

***TRAINER VOLTMETER DIGITAL***  
**SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TEKNIK DIGITAL SEKUENSIAL**  
**PADA KOMPETENSI KEAHLIAN TEKNIK AUDIO VIDEO**  
**DI SMK N 2 YOGYAKARTA**

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada Fakultas Teknik**  
**Universitas Negeri Yogyakarta**  
**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan**  
**Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan**

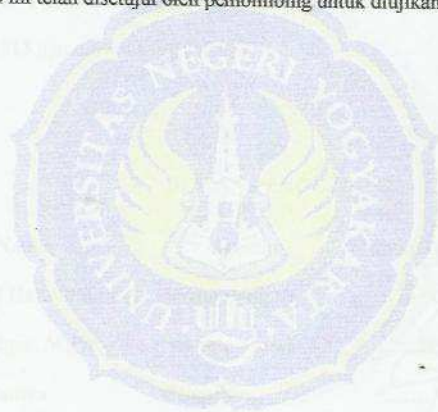


**Disusun oleh:**  
**Endri Sujatmiko**  
**08502241016**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**  
**2013**


## LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul "*Trainer Voltmeter Digital Sebagai Media Pembelajaran Teknik Digital Sekuensial Pada Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video Di SMK N 2 Yogyakarta*" yang disusun oleh Endri Sujatmiko, NIM 08502241016 ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.




Yogyakarta, 31 Januari 2013

Mengetahui,  
Ketua Jurusan  
Pendidikan Teknik Elektronika

  
**Muhammad Munir, M.Pd.**  
NIP. 19630512 198901 1 001

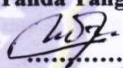


Menyetujui,  
Pembimbing Tugas Akhir Skripsi

  
**Drs. Abdul Halim Sunawi**  
NIP. 19490919 197803 1 001

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “*Trainer Voltmeter Digital Sebagai Media Pembelajaran Teknik Digital Sekuensial Pada Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video Di SMKN 2 Yogyakarta*” yang disusun oleh Endri Sujatmiko, NIM 08502241016 ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 25 Februari 2013 dan dinyatakan LULUS.

### DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Drs. Abdul Halim Sunawi	Ketua Penguji		1/3 2013
Djoko Santoso, M.Pd	Sekretaris Penguji		1/3 2013
Dr. Putu Sudira	Penguji		1/3 2013

Yogyakarta, 15 Maret 2013

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta



**Dr. Moch. Bruri Triyono**

NIP. 19560216 198603 1 0034

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Penulisan Tugas Akhir Skripsi ini terinspirasi dari Tugas Akhir Skripsi yang berjudul *Microcontroller Education Board* Sebagai Media Pembelajaran Pemrograman Mikrokontrol Berbasis Kompetensi untuk Mata Pelajaran Teknik Kontrol pada Jurusan Elektronika SMK N 2 Yogyakarta (Machmut Muttaqin: 2010).

Perbedaan yang terdapat pada Tugas Akhir Skripsi ini adalah :

1. Media yang dijadikan obyek penelitian adalah *trainer* voltmeter digital.
2. Tujuan penggunaan media digunakan untuk pembelajaran teknik digital sekuensial di SMK N 2 Yogyakarta.

Dari berbagai perbedaan yang disebutkan di atas dapat disimpulkan bahwa tugas akhir skripsi ini merupakan hasil karya atau ide dari penulis sendiri. Sepanjang pengetahuan penulis tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah.

Yogyakarta, 24 Januari 2013

Yang menyatakan,



**Endri Sujatmiko**  
NIM. 08502241016

## **MOTTO**

*.....Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain) dan hanya kepada Tuhan-mulah engkau berharap.  
(Terjemahan Q.S Al - Insyirah: 5-8)*

*Jangan menyerah dan lakukan yang terbaik  
dengan segala kemampuan yang kau miliki  
(myself)*

## **PERSEMBAHAN**

*Dengan penuh keyakinan karya ini aku persembahkan untuk:*

*Allah SWT atas segala karunia yang telah diberikan, semoga tugas akhir skripsi ini menjadi bagian dari ibadah ku.*

*Bapak, Ibu, adik-adik dan seluruh keluarga besar atas doa dan dukungan yang sangat membangun.*

*Dosen Pembimbing Tugas Akhir Skripsi, Bpk Drs. Halim S dan Dosen Penasehat Akademik, Bpk Slamet, M.Pd yang selalu membimbing dan memotivasi untuk semangat dalam belajar dan penyelesaian tugas akhir skripsi ini*

*Rekan-rekan sahabat Kelas A 2008 PT Elektronika FT UNY.  
Terimakasih atas dukungan, bantuan, inspirasi dan semangat kalian dalam penyelesaian tugas akhir skripsi ini.*

*Almamater ku Universitas Negeri Yogyakarta.*

*Dan seseorang yang saat ini bermakna di hatiku*

***Trainer Voltmeter Digital* Sebagai Media Pembelajaran  
Teknik Digital Sekuensial Pada Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video  
Di SMK N 2 Yogyakarta**

Oleh : Endri Sujatmiko  
NIM: 08502241016

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui desain, unjuk kerja, dan tingkat kelayakan dari *Trainer Voltmeter Digital* sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial pada kompetensi keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta.

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development*. Obyek penelitian adalah *trainer voltmeter digital*. Tahapan penelitian meliputi: 1) analisis, 2) desain, 3) implementasi, 4) pengujian, 5) validasi dan 6) Uji coba pemakaian. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data meliputi: 1) pengujian dan pengamatan unjuk kerja, 2) kuisioner (angket) untuk mengetahui tingkat kelayakan media dilihat dari validasi isi (*content validity*) dan validasi konstruk (*construct validity*) serta uji coba pemakaian oleh siswa SMK N 2 Yogyakarta. Teknik analisis data menggunakan analisis deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan *trainer voltmeter digital* sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial meliputi rangkaian: 1) pembangkit pulsa, 2) pengontrol masukan pulsa, 3) pencacah desimal dan hexa, 4) *decoder BCD*, 5) *display*, 6) *overflow*, 7) DAC, 8) komparator, 9) selektor, dan 10) catu daya. Hasil pengujian dan pengamatan unjuk kerja setiap rangkaian *board trainer* dapat bekerja dengan baik dan saat digunakan sebagai alat ukur voltmeter dapat mengukur tegangan sampai 220V AC maupun DC. Tingkat kelayakan media *trainer* tersebut dilihat dari uji validasi isi diperoleh 88,41%, uji validasi konstruk diperoleh 80,11% dan uji pemakaian oleh siswa diperoleh 82,14%, maka *trainer voltmeter digital* ini layak digunakan sebagai media pembelajaran di SMK N 2 Yogyakarta.

*Kata kunci: Media pembelajaran, trainer, voltmeter digital*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan hanya kepada Allah SWT yang telah melimpahkan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir skripsi ini dengan judul “*Trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial pada kompetensi keahlian teknik audio video di SMK N 2 Yogyakarta”. Pembuatan tugas akhir skripsi ini sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas bantuan dan bimbingan dalam pembuatan tugas akhir skripsi ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir skripsi ini tepat waktu. Dengan kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Moch Bruri Triyono, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik UNY .
2. Bapak Drs. Muhammad Munir, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik UNY.
3. Bapak Drs. Abdul Halim Sunawi selaku dosen pembimbing tugas akhir skripsi.
4. Bapak Agus Sukendra, S.Pd dan bapak Sudi Rahardja, ST. selaku guru pembimbing di SMK N 2 Yogyakarta.
5. Kedua orang tua yang selalu menjadi guru terbaik dalam hidup.



6. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Pendidikan Teknik Elektronika UNY yang tergabung dalam keluarga besar Himpunan Mahasiswa Elektronika dan Informatika.

7. Semua pihak yang telah membantu penulisan tugas akhir skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan laporan tugas akhir skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat dibutuhkan guna menyempurnakan laporan tugas akhir skripsi ini. Semoga laporan tugas akhir skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Yogyakarta, 20 Januari 2013

Penulis

Endri Sujatmiko

NIM. 08502241016

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA .....	iv
MOTTO PERSEMBAHAN .....	v
PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	3
C. Batasan Masalah .....	3
D. Rumusan Masalah .....	4
E. Tujuan .....	4
F. Manfaat .....	5
BAB II KAJIAN TEORI .....	6
A. Deskripsi Teoritis .....	6
1. Pembelajaran Praktek.....	6
2. Pembelajaran Berbasis Kompetensi .....	7
1. Media Pembelajaran .....	9
a. Pengertian Media Pembelajaran.....	9
b. Manfaat Media .....	9
c. Klasifikasi Media .....	11
d. Evaluasi Media .....	12

4. Pengembangan <i>Trainer</i> Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran .....	21
a. Media Obyek (trainer) .....	22
b. Media Cetak (modul) .....	23
5. Voltmeter Digital .....	27
B. Kerangka Pikir .....	30
C. Penelitian Yang Relevan .....	32
BAB III METODE PENELITIAN .....	33
A. Desain Penelitian .....	33
1. Metode Penelitian .....	32
2. Objek Penelitian .....	35
3. Tempat dan Waktu penelitian .....	35
B. Perencanaan Design Produk .....	35
1. Analisis Kebutuhan.....	36
2. Desain .....	38
3. Implementasi .....	41
4. Pengujian Kelayakan Media Pembelajaran .....	43
C. Teknik Pengumpulan Data .....	44
1. Pengujian dan Pengamatan .....	44
2. Kuisioner (Angket) .....	44
D. Instrumen Penelitian .....	45
1. Instrumen Kelayakan Validasi Isi .....	45
2. Instrumen Kelayakan Validasi Konstruk .....	46
3. Penggunaan Media Pembelajaran oleh Siswa .....	47
E. Teknik Analisa Data .....	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	54
A. Hasil Penelitian .....	54
1. Hasil Desain .....	54
2. Hasil Implementasi .....	59
3. Hasil Pengujian Unjuk Kerja .....	73
4. Hasil Validasi <i>Trainer</i> Voltmeter Digital sebagai Media	

Pembelajaran .....	82
5. Revisi Produk .....	88
6. Hasil Uji Validitas Instrumen .....	90
7. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen .....	93
8. Hasil Pemakaian Media Pembelajaran oleh Siswa .....	95
9. Revisi Produk ke-2 .....	97
B. Pembahasan .....	98
1. Desain Trainer Voltmeter Digital .....	98
2. Unjuk Kerja Media .....	99
3. Tingkat Kelayakan Media .....	103
KESIMPULAN DAN SARAN .....	106
A. Simpulan .....	106
B. Keterbatasan .....	107
C. Saran .....	108
DAFTAR PUSTAKA .....	109
LAMPIRAN .....	111

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. <i>Dale's Cone of Experience</i> .....	11
Gambar 2. Tampilan dan Kontrol-Kontrol pada Meteran Digital .....	18
Gambar 3. Langkah Penggunaan Metode <i>Research and Development</i> ...	33
Gambar 4. Blok Diagram <i>Trainer</i> Voltmeter Digital .....	39
Gambar 5. Desain <i>Box</i> .....	41
Gambar 6. Rangkaian Pembangkit Pulsa .....	59
Gambar 7. Rangkaian Pengontrol Masukan Pulsa .....	60
Gambar 8. Rangkaian Pencacah Desimal dengan IC 74LS90 .....	60
Gambar 9. Rangkaian <i>Decoder BCD</i> .....	60
Gambar 10. Rangkaian <i>Display 7 Segment</i> .....	61
Gambar 11. Rangkaian Indikator <i>Overflow</i> .....	61
Gambar 12. Rangkaian Pencacah Hexa dengan IC 74LS93 .....	61
Gambar 13. Rangkaian DAC 8 bit .....	62
Gambar 14. Rangkaian Selektor .....	62
Gambar 15. Rangkaian Komparator .....	63
Gambar 16. Rangkaian Catu Daya .....	63
Gambar 17. Rangkaian <i>Trainer</i> Voltmeter Digital .....	64
Gambar 18. <i>Layout</i> Pembangkit Pulsa .....	65
Gambar 19. <i>Layout</i> Pengontrol Masukan Pulsa .....	65
Gambar 20. <i>Layout</i> Pencacah Desimal dan Hexa .....	65
Gambar 21. <i>Layout Decoder BCD</i> .....	66
Gambar 22. <i>Layout Display 7 Segment</i> .....	66
Gambar 23. <i>Layout Overflow</i> .....	66
Gambar 24. <i>Layout</i> Konverter DAC .....	67
Gambar 25. <i>Layout</i> Selektor .....	67
Gambar 26. <i>Layout</i> Komparator .....	67
Gambar 27. <i>Layout</i> Catudaya .....	68

	Halaman
Gambar 28. <i>Board</i> Rangkaian Pembangkit Pulsa .....	68
Gambar 29. <i>Board</i> Rangkaian Pengontrol Masukan Pulsa .....	68
Gambar 30. <i>Board</i> Rangkaian Pencacah .....	69
Gambar 31. <i>Board</i> Rangkaian Decoder BCD .....	69
Gambar 32. <i>Board</i> Rangkaian <i>Display 7 Segment</i> .....	69
Gambar 33. <i>Board</i> Rangkaian <i>Overflow</i> .....	70
Gambar 34. <i>Board</i> Rangkaian Konverter DAC .....	70
Gambar 35. <i>Board</i> Rangkaian Komparator .....	70
Gambar 36. <i>Board</i> Rangkaian Selektor .....	71
Gambar 37. <i>Board</i> Rangkaian Catu Daya dan $V_{ref}$ .....	71
Gambar 38. <i>Trainer</i> Voltmeter Digital .....	72
Gambar 39. Modul Rangkaian <i>Trainer</i> Voltmeter Digital .....	73
Gambar 40. Hasil Pengamatan Rangkaian Pembangkit Pulsa .....	74
Gambar 41. Hasil Pengamatan Output Rangkaian Pencacah Desimal ....	75
Gambar 42. Hasil Pengamatan Output Rangkaian Pencacah Hexa .....	76
Gambar 43. Diagram Batang Persentase Hasil Uji Validasi Ahli Materi.	85
Gambar 44. Diagram Batang Persentase Hasil Uji Validasi Ahli Media.	87
Gambar 45. Bagian Tampilan Tulisan Judul <i>Trainer</i> Sebelum Direvisi...	88
Gambar 46. Bagian Tampilan Tulisan Judul <i>Trainer</i> Setelah Direvisi ...	89
Gambar 47. Bagian <i>Board Trainer</i> Sebelum Direvisi .....	89
Gambar 48. Bagian <i>Board Trainer</i> Setelah Direvisi .....	89
Gambar 49. Diagram Batang Persentase Hasil Uji Pemakaian oleh Siswa .....	97

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Klasifikasi Media .....	12
Tabel 2. Kriteria Evaluasi Media Menurut Walker dan Hess .....	15
Tabel 3. Kompetensi Dasar Teknik Digital Sekuensial di SMK N 2 Yogyakarta .....	36
Tabel 4. Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Materi .....	46
Tabel 5. Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Media .....	47
Tabel 6. Kisi-kisi Instrumen untuk Siswa .....	48
Tabel 7. Skor Pernyataan .....	49
Tabel 8. Skala Penilaian Kesesuaian Produk Media .....	53
Tabel 9. Hasil Pengujian Rangkaian Pembangkit Pulsa .....	74
Tabel 10. Hasil Pengujian Rangkaian Pengontrol Masukan Pulsa .....	74
Tabel 11. Hasil Pengujian Rangkaian Pencacah Desimal .....	75
Tabel 12. Hasil Pengujian Rangkaian Pencacah Hexa .....	76
Tabel 13. Hasil Pengujian Rangkaian <i>Display</i> .....	77
Tabel 14. Hasil Pengujian Rangkaian DAC .....	78
Tabel 15. Hasil Pengukuran Rangkaian Komparator .....	78
Tabel 16. Hasil Pengukuran Rangkaian Catu Daya Terbuka .....	79
Tabel 17. Hasil Pengukuran Rangkaian Catu Daya Tertutup .....	79
Tabel 18. Hasil Pengujian Menggunakan Tegangan AC .....	80
Tabel 19. Hasil Pengujian Menggunakan Tegangan DC .....	81
Tabel 20. Hasil Uji Validasi Ahli Materi .....	83
Tabel 21. Persentase Hasil Uji Validasi Ahli Materi .....	84
Tabel 22. Hasil Uji Validasi Ahli Media .....	86
Tabel 23. Persentase Hasil Uji Validasi Ahli Materi .....	87
Tabel 24. Data Uji Validitas Instrument .....	91
Tabel 25. Hasil Analisis Item Instrument .....	92
Tabel 26. Data Skor Item Ganjil dan Genap .....	94
Tabel 27. Hasil Uji Pemakaian Media Pembelajaran oleh Siswa .....	96

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Menyurat.....	111
Lampiran 2. Instrument Penelitian.....	112
Lampiran 3. Analisis Data.....	113
Lampiran 4. Modul .....	114
Lampiran 5. Silabus .....	115
Lampiran 6. Spesifikasi Produk .....	116
Lampiran 7. Dokumentasi.....	117
Lampiran 8. Data Sheet Komponen .....	118



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pendidikan adalah modal utama bagi suatu bangsa dalam upaya meningkatkan kualitas sumber daya manusia yang dimilikinya. Dalam arti sederhana pendidikan sering diartikan sebagai usaha manusia untuk membina kepribadiannya sesuai dengan nilai-nilai di dalam masyarakat dan kebudayaan (Hasbullah 1999: 1). Berdasarkan pendapat tersebut dapat dikemukakan bahwa pembelajaran merupakan inti proses pendidikan, maka kualitas pembelajaran merupakan faktor yang sangat berperan dalam meningkatkan kualitas pendidikan.

Pembelajaran yang berkualitas dipengaruhi oleh berbagai macam faktor. Salah satu faktor yang mempengaruhi dalam pencapaian hasil belajar yaitu media pembelajaran yang akan digunakan saat proses pembelajaran. Dari uraian tersebut, peneliti bermaksud untuk membuat media pembelajaran sebagai inovasi pembelajaran agar dapat dioptimalkan untuk menarik perhatian siswa sehingga kualitas pembelajaran dapat meningkat.

Berdasarkan hasil pengamatan pada saat melakukan KKN PPL pada bulan Juli sampai September tahun 2011 di SMKN 2 Yogyakarta, kegiatan belajar mengajar mata pelajaran teknik kontrol dengan standar kompetensi menguasai teknik digital sekuensial pada kompetensi keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta, siswa-siswa mengalami kesulitan dikarenakan keterbatasan media dan efektifitas praktikum yang masih kurang.

Sehingga standar kompetensi menguasai teknik digital sekuensial yang ditempuh siswa kelas XI perlu dioptimalkan proses pembelajarannya, agar para siswa memiliki pemahaman yang kuat dan akan mendasari pemahaman untuk standar kompetensi pada semester berikutnya yaitu untuk mata pelajaran teknik kontrol tingkat lanjut.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini dimaksudkan untuk membuat sebuah media pembelajaran yang mampu memberikan gambaran, ketrampilan dan pengetahuan, sehingga standar kompetensi tersebut dapat terpenuhi. Dalam hal ini media pembelajaran yang dimaksudkan yaitu *trainer* untuk digital sekuensial yang akan membahas mulai dari pembangkit pulsa, pencacah, *DAC*, komparator, *decoder BCD*, *7 segment* yang akan dapat dirangkai menjadi satu kesatuan rangkaian sehingga dapat difungsikan menjadi alat ukur voltmeter digital. Media pembelajaran ini diberi nama *Trainer Voltmeter Digital* sebagai Media Pembelajaran Teknik Digital Sekuensial.

Dikarenakan media yang dibuat belum diketahui tingkat kelayakannya, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan dari *Trainer Voltmeter Digital* sebagai Media Pembelajaran Teknik Digital Sekuensial. Penelitian ini dilakukan di SMK Negeri 2 Yogyakarta pada siswa kelas XI pada Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video. Jenis penelitian yang dilakukan peneliti adalah penelitian pengembangan (*Research and Development*).

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, dapat diidentifikasi permasalahannya antara lain sebagai berikut :

1. Media pembelajaran teknik digital sekuensial yang digunakan di SMK N 2 Yogyakarta saat ini masih bersifat konvensional.
2. Pembelajaran teknik digital sekuensial yang digunakan di SMK N 2 Yogyakarta masih monoton, kurangnya variasi pembelajaran.
3. Kurangnya media pembelajaran mengakibatkan proses belajar mengajar menjadi tidak optimal.
4. Kurangnya sarana pendukung praktikum pembelajaran teknik digital sekuensial dalam bentuk *trainer*.
5. Belum diketahuinya tingkat kelayakan *trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial.

## **C. Batasan Masalah**

Permasalahan pada penelitian ini dibatasi pada desain, unjuk kerja dan tingkat kelayakan *trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial berupa modul pendukung praktikum dan *trainer* yang terdiri dari rangkaian pembangkit pulsa, pengontrol masukan pulsa, pencacah desimal dan hexa, decoder *BCD*, *display*, *overflow*, *DAC*, komparator, selektor, dan catu daya. Beberapa aspek untuk mengukur tingkat kelayakan diantaranya dilihat dari aspek kualitas isi, kualitas tampilan, kualitas teknis dan kemanfaatan.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan masalah, maka dapat dirumuskan permasalahan untuk dicari pemecahannya, rumusan masalah tersebut antara lain:

1. Bagaimana merancang *Trainer* Voltmeter Digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial?
2. Bagaimana unjuk kerja *Trainer* Voltmeter Digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial?
3. Bagaimana tingkat kelayakan *Trainer* Voltmeter Digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial pada Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini mengacu pada masalah yang telah disebutkan di atas yaitu untuk :

1. Merealisasikan *Trainer* Voltmeter Digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial.
2. Mengetahui unjuk kerja *Trainer* Voltmeter Digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial.
3. Mengetahui tingkat kelayakan *Trainer* Voltmeter Digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial pada Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta.

## **F. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, baik manfaat yang bersifat praktis maupun teoritis, yaitu sebagai berikut :

### **1. Manfaat Praktis**

- a. Bagi guru yaitu sebagai salah satu solusi dalam pembelajaran teknik digital sekuensial pada Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta agar lebih mudah dalam penyampaian dan pentransferan ilmu kepada siswa.
- b. Bagi siswa yaitu:
  - 1) Mendorong motivasi siswa, khususnya pada pembelajaran teknik digital sekuensial.
  - 2) Menambah pengalaman dan peningkatan pemahaman siswa terhadap pesan yang disampaikan oleh guru sehingga tercapai hasil belajar yang maksimal.

### **2. Manfaat Teoritis**

- a. Memberikan sumbangan pemikiran tentang penggunaan *trainer* voltmeter digital dalam pembelajaran teknik digital sekuensial.
- b. Penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi peneliti lain dalam pengkajian media pembelajaran teknik digital sekuensial.

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI**

#### **A. Deskripsi Teoritis**

##### **1. Pembelajaran Praktek**

Praktek menurut Purwodarminto dalam kamus besar bahasa indonesia adalah cara melakukan apa yang terdapat dalam teori. Dengan demikian praktek merupakan pelaksanaan pembelajaran yang ada dalam teori. Menurut Helmut Nolker dalam Mursahit (2002:17) praktek adalah kegiatan keanekaragaman peluang untuk melakukan penyelidikan dan percobaan. Hal ini menunjukan praktek merupakan pelaksanaan pembelajaran teori yang dapat berupa penyelidikan atau percobaan.

Praktek merupakan ciri dari kegiatan pembelajaran bagi peserta didik di bidang teknologi dan kejuruan yaitu di SMK. Kegiatan belajar mengajar praktek di SMK seperti pada kompetensi keahlian teknik audio video pada dasarnya mengandung 3 aspek tujuan belajar yaitu aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik.

Sebagai contoh jika siswa praktek mengenai rangkaian pembangkit pulsa maka ia harus dapat memahami cara merangkai, mengukur dan menggambar hasil bentuk output pulsanya. Hal ini termasuk dalam aspek kognitif karena dapat dilihat dari proses berfikir. Untuk aspek afektif dapat dilihat dari adanya sikap patuh, tanggung jawab dan tertib dalam melakukan pekerjaan dengan teliti. Aspek psikomotorik dapat dilihat dari proses merangkai, mengukur dan menggambar hasilnya.

Kegiatan pembelajaran praktek dilakukan di bengkel ataupun di laboratorium dengan sarana yang digunakan berupa papan percobaan, modul percobaan, alat ukur, *trainer*, gambar skema, *job sheet* dan sebagainya.

## **2. Pembelajaran Berbasis Kompetensi**

Pembelajaran di SMK diharapkan dapat membantu terwujudnya tujuan pendidikan kejuruan yaitu membentuk peserta didik yang mampu beradaptasi dengan lingkungannya sesuai dengan kebutuhan dunia kerja. Hal ini berarti pembelajaran di SMK dapat mendorong peserta didik berkompeten sesuai kompetensi di bidang yang dipelajari agar dapat berkarir di dunia kerja setelah lulus.

Menurut Putu Sudira dalam Muttaqin (2010:9), kompetensi berkaitan dengan kemampuan seseorang yang dapat diobservasi mencakup pengetahuan, ketrampilan dan sikap pada suatu pekerjaan atau tugas sesuai dengan standar *performance*/unjuk kerja. Dengan terkuasainya kompetensi maka seorang akan memiliki kemampuan bagaimana mengerjakan suatu tugas atau pekerjaan, bagaimana mengorganisasikannya agar pekerjaan itu dapat dilaksanakan, dan apa yang harus dilakukan jika terjadi sesuatu yang berbeda dengan rencana semula serta kemampuan memecahkan masalah dengan kondisi yang berbeda.

Pada prinsipnya dalam pembelajaran berbasis kompetensi harus mempunyai karakteristik di bawah ini :

- a. Pembelajaran berfokus pada penguasaan kompetensi
- b. Tujuan pembelajaran spesifik
- c. Penekanan pembelajaran pada kinerja
- d. Pembelajaran lebih bersifat individual/perorangan
- e. Interaksi menggunakan multi metode , peserta didik aktif, pemecahan masalah dan kontekstual.
- f. Pengajar lebih berfungsi sebagai fasilitator
- g. Berorientasi pada kebutuhan individu
- h. Umpan balik langsung
- i. Menggunakan modul
- j. Belajar dilapangan/praktik
- k. Terpusat pada siswa
- l. Kriteria penilaian obyektif

Dari uraian tersebut, berarti dapat dikatakan bahwa pembelajaran di SMK menerapkan pembelajaran berbasis kompetensi dengan kegiatan praktikum supaya siswa dapat mempratekkan dan mencoba secara langsung (*learning by doing*) dan peran seorang guru mengarahkan dan mengamati, sehingga siswa akan memiliki kemampuan baik dari sisi pengetahuan, keterampilan maupun sikap untuk mengorganisasikan agar tugas itu dapat dilaksanakan, dan mampu mengatasi permasalahan yang kompleks di lingkungannya.



### **3. Media Pembelajaran**

#### **a. Pengertian media pembelajaran**

Menurut Azhar Arsyad (2011:7) media adalah alat bantu pada proses belajar baik di dalam maupun di luar kelas dalam rangka komunikasi dan interaksi guru dan siswa. Menurut Hamalik (1986:23) media pendidikan adalah metode dan teknik yang digunakan dalam rangka lebih mengefektifkan komunikasi dan interaksi antara guru dan siswa dalam proses pendidikan dan pengajaran di sekolah. Menurut Sudjana dan Rivai (1990:1) kedudukan media sebagai alat bantu mengajar sebagai salah satu lingkungan belajar yang diatur oleh guru. Sedangkan menurut Yusufhadi Miarso (2004:57) media pembelajaran adalah segala sesuatu yang digunakan untuk menyalurkan pesan serta dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemauan si belajar sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar yang disengaja, bertujuan dan terkendali.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran merupakan segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyampaikan pesan dari guru kepada siswa agar dapat merangsang pikiran, perhatian, dan motivasi siswa dalam mengikuti proses pembelajaran baik di dalam maupun di luar kelas.

#### **b. Manfaat media**

Media pembelajaran dapat memperlancar proses belajar siswa dalam pembelajaran sehingga dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

Sudjana dan Rivai (1990:2) mengemukakan manfaat media pembelajaran dalam proses belajar siswa, yaitu :

- 1) Pembelajaran akan lebih menarik perhatian siswa sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar.
- 2) Bahan pembelajaran akan lebih jelas maknanya sehingga akan lebih dipahami oleh para siswa, dan memungkinkan siswa menguasai tujuan pengajaran lebih baik.
- 3) Metode mengajar akan lebih bervariasi, tidak semata-mata komunikasi verbal melalui penuturan kata-kata oleh guru, sehingga siswa tidak bosan dan guru tidak kehabisan tenaga, apalagi bila guru mengajar untuk setiap jam pelajaran.
- 4) Siswa lebih banyak melakukan kegiatan belajar, sebab tidak hanya mendengarkan uraian guru, tetapi aktivitas lain seperti mengamati, melakukan, mendemonstrasikan dan lain-lain.

Menurut Sudjana dan Rivai (1990:6-7), meskipun media memiliki peranan yang cukup banyak, guru tetap berkewajiban memberikan bantuan kepada siswa tentang apa yang harus dipelajari, bagaimana siswa mempelajari serta hasil-hasil apa yang diharapkan diperoleh dari media yang digunakan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa guru tetap berkewajiban mendampingi siswa dalam penggunaan media pembelajaran, agar dapat meningkatkan motivasi belajar dan memperjelas penyajian informasi, yang akhirnya dapat meningkatkan prestasi belajar, memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret dan meningkatkan keaktifan siswa. Manfaat ini diupayakan dapat terjadi pada penggunaan Trainer Voltmeter sebagai Media Pembelajaran yang diterapkan pada Mata Pelajaran Teknik Kontrol Digital Sekuensial di SMK Negeri 2 Yogyakarta.

### c. Klasifikasi media

Menurut Arsyad (2011:10) salah satu teori penggunaan media dalam proses belajar mengajar adalah *Dale's Cone of Experience*. Pengaruh media dalam pembelajaran dapat dilihat dari jenjang pengalaman belajar yang akan diterima oleh siswa. Hasil belajar seseorang diperoleh mulai dari pengalaman langsung (kongkrit), kenyataan yang ada di lingkungan kehidupan seseorang kemudian melalui benda tiruan, sampai pada lambang verbal (abstrak).



Gambar 1. *Dale's Cone of Experience*

Ada beberapa pengklasifikasian media yang dikemukakan oleh beberapa ahli. Berikut ini adalah klasifikasi media menurut Anderson (1994:37) :

Tabel 1. Klasifikasi Media

No	Golongan media	Media instruksional
1.	Audio	Pita audio; Piringan audio; Radio
2.	Bahan Cetak	Modul; Manual;
3.	Audio-Cetak	Buku pegangan dan kaset; Blanko, diagram, bahan acuan yang digunakan bersama kaset
4.	Visual, Proyeksi Diam	Film bingkai
5.	Audio-Visual, Proyeksi Diam	Film bingkai suara
6.	Visual-Gerak	Film gerak tanpa suara
7.	Audio-Visual-Gerak	Video
8.	Objek fisik	Benda nyata; Benda tiruan
9.	Manusia dan lingkungan	
10.	Komputer	CAI

Dengan melihat klasifikasi media tersebut, maka media yang tepat untuk mendukung pembelajaran praktikum adalah penggunaan media yang termasuk dalam golongan media objek dan cetak. Sesuai pengertian diatas maka trainer voltmeter digital yang akan digunakan sebagai media pembelajaran teknik kontrol digital sekuensial ini berupa media objek yang dapat mensimulasikan hasil praktikum yang akan dilakukan oleh siswa. Sedangkan media cetak yang dimaksud berupa modul yang berisi materi, dan langkah kerja praktikum.

#### **d. Evaluasi media**

Penggunaan media tidak dilihat atau dinilai dari segi kecanggihan medianya, tetapi yang lebih penting adalah fungsi dan peranannya dalam membantu mempertinggi proses pembelajaran. Sehingga media pembelajaran memiliki beberapa kriteria untuk mencapai fungsi dan peranannya tersebut.

Menurut Sudjana dan Rivai (1990:4-5), kriteria-kriteria pemilihan media adalah sebagai berikut:

- 1) Ketepatannya dengan tujuan pengajaran; artinya media dipilih atas dasar tujuan instruksional yang telah ditetapkan.
- 2) Dukungan terhadap isi bahan pelajaran; artinya bahan pelajaran yang sifatnya fakta, prinsip, konsep dan generalisasi memerlukan media agar lebih mudah dipahami.
- 3) Keterampilan guru dalam menggunakannya; apapun jenis media yang diperlukan syarat utama adalah guru dapat menggunakannya dalam proses pengajaran.
- 4) Sesuai dengan taraf berfikir siswa; memilih media untuk pendidikan dan pengajaran harus sesuai dengan taraf berfikir siswa, sehingga makna yang terkandung didalamnya dapat dipahami oleh para siswa.

Berkaitan dengan pemilihan media ini, Azhar Arsyad (2007: 76-77) menyatakan bahwa kriteria memilih media yaitu:

- 1) Sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.
- 2) Tepat untuk mendukung isi pelajaran.
- 3) Praktis, luwes, dan tahan.
- 4) Guru terampil menggunakannya.
- 5) Kelompok sasaran.
- 6) Mutu teknis.

Setelah media dipilih dan dibuat, maka selanjutnya melakukan evaluasi media. Evaluasi media pembelajaran diartikan sebagai kegiatan untuk menilai efektivitas dan efisiensi sebuah bahan ajar Menurut Arsyad (2007: 174), mengemukakan tujuan evaluasi media pembelajaran, yaitu:

- 1) Menentukan apakah media pembelajaran itu efektif.
- 2) Menentukan apakah media itu dapat diperbaiki atau ditingkatkan.
- 3) Memilih media pembelajaran yang sesuai untuk dipergunakan dalam proses belajar mengajar di kelas.
- 4) Menentukan apakah isi pelajaran sudah tepat disajikan
- 5) Mengetahui apakah media pembelajaran itu benar-benar memberi sumbangan terhadap hasil belajar seperti yang dinyatakan.
- 6) Mengetahui sikap siswa terhadap media pembelajaran.

Evaluasi dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti diskusi kelas dan kelompok *interview* perorangan, observasi mengenai perilaku siswa, dan evaluasi media yang telah tersedia. Kegagalan mencapai tujuan belajar yang telah ditetapkan, tentu saja merupakan indikasi adanya ketidakberesan dalam proses pembelajaran, khususnya penggunaan media pembelajaran. Dengan demikian, maka dapat dikatakan bahwa evaluasi bukanlah akhir dari siklus pembelajaran, tetapi justru merupakan awal dari suatu siklus pembelajaran berikutnya.

Model tiga tahapan evaluasi formatif menurut Sadiman (2009:182-187), adalah sebagai berikut:

- 1) Evaluasi satu-satu, pada tahap ini media dicobakan kepada dua siswa dengan kemampuan berbeda (di bawah dan di atas rata-rata).
- 2) Evaluasi kelompok kecil, pada tahap ini media dicobakan kepada 10-20 orang siswa yang dapat mewakili populasi target.
- 3) Evaluasi lapangan, pada tahap ini jumlah siswa yang dipilih sekitar 15 – 30 orang dengan berbagai karakteristik (tingkat kepandaian, jenis kelamin, usia dan lain sebagainya). Dari data-data evaluasi selanjutnya adalah perbaikan media, sehingga dapat dipastikan kebenaran efektivitas dan efisiensi media yang dikembangkan.

Penilaian media pembelajaran harus memperhatikan beberapa kriteria-kriteria yang ada. Walker dan Hess (dalam Cecep dan Bambang, 2011:145) memberikan kriteria dalam menilai media pembelajaran yang berdasarkan pada kualitas seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Kriteria Evaluasi Media Menurut Walker dan Hess

No.	Kriteria	Indikator
1.	Kualitas Isi dan Tujuan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ketepatan</li> <li>- Kepentingan</li> <li>- Kelengkapan</li> <li>- Keseimbangan</li> <li>- Minat atau perhatian</li> <li>- Keadilan</li> <li>- Kesesuaian dengan situasi siswa</li> </ul>
2.	Kualitas Pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memberikan kesempatan belajar</li> <li>- Memberikan bantuan untuk belajar</li> <li>- Kualitas memotivasi</li> <li>- Fleksibilitas pembelajarannya</li> <li>- Hubungan dengan program pembelajaran lainnya</li> <li>- Kualitas sosial interaksi pembelajarannya</li> <li>- Kualitas tes dan penilaiannya</li> <li>- Dapat memberi dampak bagi siswa</li> <li>- Dapat membawa dampak bagi guru dan pembelajarannya</li> </ul>
3.	Kualitas Teknis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keterbacaan</li> <li>- Mudah digunakan</li> <li>- Kualitas tampilan atau tayangan</li> <li>- Kualitas penanganan jawaban</li> <li>- Kualitas pengelolaan programnya</li> <li>- Kualitas pendokumentasiannya</li> </ul>

Selain kriteria penilaian di atas, penilaian media pembelajaran dapat dilakukan dengan melihat aspek-aspek penilaian media pembelajaran yang ada. Seperti pada penelitian pengembangan yang

sudah dilakukan sebelumnya terdapat beberapa aspek yang dinilai dalam evaluasi media pembelajaran.

Penggunaan media tidak dinilai dari segi kecanggihan medianya, tetapi yang lebih penting adalah fungsi dan peranannya dalam membantu proses pembelajaran. Media pembelajaran memiliki beberapa kriteria untuk mencapai fungsi dan peranannya tersebut.

Dalam pemilihan media pembelajaran dalam hal ini trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial harus disesuaikan dengan aspek – aspek yang menunjang pembelajaran meliputi kualitas isi, kualitas teknis, tampilan, dan kemanfaatan. Kualitas isi berkaitan dengan ketepatan dengan bahan ajar seperti silabus, penyajian yang jelas mengenai isi pelajaran, cakupan materi, pemahaman materi, relevansi, penerapan melalui contoh dan latihan, kesesuaian dengan taraf berfikir siswa.

Untuk kualitas teknis mengenai trainer voltmeter sebagai alat ukur harus memperhatikan kinerja alat atau kemampuan alat seperti tingkat ketelitian. Standar IEC no. 13B-23 menspesifikasikan bahwa ketelitian–ketelitian dari alat ukur penunjuk harus diberikan menurut klasifikasi dalam 8 kelas yaitu 0,05, 0,1 , 0,2 , 0,5 , 1 , 1,5 , 2,5 , 5.

Dalam pemilihan alat ukur untuk kepentingan pengukuran, atau peralatan, ataupun perencanaan dalam penggunaan peralatan maka akan mudah bila klasifikasi – klasifikasi tersebut digolongkan dalam 4 golongan sesuai dengan daerah pemakaiannya yaitu



1). Alat-alat ukur dari kelas 0,05, 0,1 , dan 0,2 :

Alat ukur ini termasuk golongan alat ukur dengan ketelitian atau presisi yang tertinggi dari alat ukur penunjuk. Alat ukur ini biasanya ditempatkan secara stasioner di dalam laboratorium atau ruangan standard dan dipergunakan dalam pengukuran sub standar pada eksperimen-eksperimen yang memerlukan presisi yang tinggi atau pada pengujian alat ukur lainnya.

2). Alat-alat ukur dari kelas 0,5 :

Alat ukur ini mempunyai ketelitian pada tingkat berikutnya dari kelas 0,2 dan dipergunakan untuk pengukuran-pengukuran presisi. Pada umumnya alat ukur yang portable termasuk dalam kelas ini.

3). Alat-alat ukur dari kelas 1,0 :

Alat ukur ini mempunyai presisi dan ketelitian pada tingkat yang lebih rendah dari alat ukur kelas 0,5 dan dipergunakan pada alat-alat ukur portable yang kecil atau alat-alat ukur yang ditempatkan pada panil yang besar.

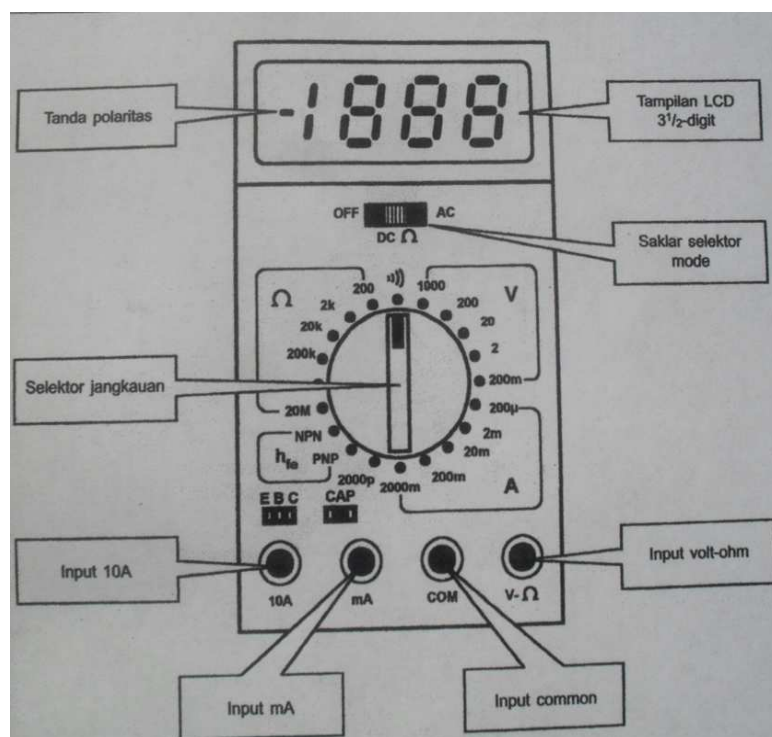
4). Alat-alat ukur dari kelas 1,5, 2,5 dan 5 :

Alat ukur ini dipergunakan pada panil-panil dimana presisi serta ketelitian alat ukur ini tidak begitu penting.

Selain ketelitian hal yang mutlak diperlukan oleh alat ukur adalah daya tahan atau kehandalan (*reliability*) saat digunakan. Menurut Soedjana (1999:23). Dalam pemakaian ada banyak hal yang perlu diperhatikan seperti:

- 1). Pengaruh suhu dari dalam/temperatur keliling,
- 2). Pengaruh gesekan-gesekan, medan magnet dari luar ,
- 3). Penempatan alat ukur dan umur.

Tata letak/desain yang terencana dengan baik sangat menentukan efisiensi dan membuat operasi kerja menjadi lebih mudah. Hal yang perlu diperhatikan diantaranya seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2. Tampilan dan Kontrol-Kontrol pada Meteran Digital  
(Sumber : Mike Tooley, 2003 : 231)

- 1) Tampilan/display hasil pengukuran terletak di bagian atas alat/trainer.
- 2) Posisi probe, kalibrasi pengukuran diletakkan didekat pengguna dengan tujuan memudahkan pengoperasian.
- 3) Posisi tombol on-off diletakkan dengan posisi yang mudah dijangkau oleh pengguna yaitu diletakkan di depan/dekat pengguna.
- 4) Bagian-bagian yang berbahaya (bagian catudaya) dibuat tertutup agar aman saat digunakan

Pengoperasian alat atau trainer yang mudah digunakan juga akan mempermudah tujuan pembelajaran tercapai. Menurut ISO 9241-11 *usability* dapat didefinisikan sebagai tingkat dimana sebuah produk bisa digunakan oleh pengguna tertentu untuk mencapai tujuan tertentu dengan efektif, efisien, dan memperoleh kepuasan dalam penggunaannya. Efektif sebagai indikator keakurasian dan kelengkapan sistem memenuhi kebutuhan pengguna sedangkan efisiensi di sini dikaitkan dengan hubungan antara sumber daya yang dibutuhkan dan tujuan yang tercapai, semakin efisien sebuah system semakin cepat pengguna mencapai tujuannya dan kepuasan pengguna terhadap system yang dipakai mengindikasikan bahwa system tersebut layak dipakai.

Dalam alat ukur seperti voltmeter digital *usability* diantaranya meliputi pengoperasian alat pada penggunaan selector batas ukur,

penggunaan saat pengukuran, pengaturan kalibrasi dan kemudahan keterbacaan hasil pengukuran serta keamanan.

Dengan memperhatikan jenis media dan dengan mengadaptasi kriteria pemilihan media dan komponen bahan ajar pada uraian di atas maka kriteria untuk mengevaluasi media pembelajaran *trainer* voltmeter digital dapat dilihat dari aspek (1) kualitas isi, (2) kualitas tampilan, (3) kualitas teknis dan (4) kemanfaatan. Berikut ini adalah pengelompokannya.

a. Kualitas isi

Aspek kualitas isi dan tujuan secara umum berkaitan dengan ketepatan isi media dengan tujuan pengajaran, penyajian yang jelas mengenai isi pelajaran, cakupan materi, kelengkapan materi, kejelasan, pemahaman materi, relevansi, penerapan melalui contoh dan latihan, kesesuaian dengan taraf berfikir siswa.

b. Kualitas tampilan

Aspek kualitas tampilan diantaranya berkaitan dengan estetika tata letak *trainer*, kerapian pemasangan komponen, tampilan gambar rangkaian, dan keterbacaan alat. Sehingga media pembelajaran tersebut dapat digunakan untuk membantu dalam memahami teori yang dipelajari.

c. Kualitas teknis

Aspek kualitas teknis secara umum berkaitan dengan teknis pengoperasian dan kinerja media pembelajaran, artinya media

pembelajaran mudah dioperasikan, mempunyai kinerja yang baik, handal dan aman sehingga saat digunakan tidak menimbulkan masalah dan mengganggu proses pembelajaran.

d. Kemanfaatan

Kemanfaatan artinya isi dari media pembelajaran harus bernilai atau berguna, mengandung manfaat bagi pemahaman materi pembelajaran sehingga dapat mengetahui apakah media pembelajaran itu benar-benar memberi sumbangan terhadap hasil belajar, mengetahui sikap siswa terhadap media pembelajaran, sehingga dapat membantu guru dalam penyampaian materi.

Evaluasi yang akan digunakan dalam pengembangan *trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran ini adalah evaluasi formatif dengan menggunakan 2 tahapan yaitu *review* dan evaluasi lapangan. Dimana akan dievaluasikan kepada para ahli media dan para ahli materi (*review*), guru pengampu dan sejumlah siswa (evaluasi lapangan). Hasil evaluasi dari para evaluator menjadi dasar dilakukan perbaikan produk.

#### **4. Pengembangan *Trainer* Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran**

*Trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran terdiri dari media objek (*trainer*) dan media cetak (modul pembelajaran). Berikut ini merupakan uraian mengenai pengembangan *trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial.

**a. Media objek (*trainer*)**

Menurut Anderson (1994:181), objek yang sesungguhnya atau benda model yang mirip sekali dengan benda nyatanya, akan memberikan rangsangan yang amat penting bagi siswa dalam mempelajari tugas yang menyangkut keterampilan psikomotorik. Penggunaan media objek dalam proses belajar secara kognitif untuk mengajarkan pengenalan kembali dan/atau pembedaan akan rangsangan yang relevan; secara afektif dapat mengembangkan sikap positif terhadap pekerjaan sejak awal latihan; sedangkan secara psikomotorik, memberikan latihan atau untuk menguji penampilan dalam menangani alat, perlengkapan dan materi pekerjaan. Tiga teknik latihan menggunakan media objek (Anderson, 1994:183) yaitu:

- 1) Latihan simulasi, dalam latihan ini siswa bekerja dengan model tiruan dari alat, mesin atau bahan lain yang sebenarnya dalam lingkungan yang meniru situasi kerja nyata.
- 2) Latihan menggunakan alat, dalam latihan ini siswa dapat bekerja dengan alat dan benda yang sebenarnya, tetapi tidak dalam lingkungan kerja yang nyata
- 3) Latihan kerja, dalam latihan ini siswa dapat bekerja dengan objek-objek kerja yang sebelumnya dalam lingkungan kerja yang nyata

Simulasi dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (1989:842) adalah metode pelatihan yang memeragakan sesuatu dalam bentuk tiruan yang mirip dengan keadaan sesungguhnya. Latihan menggunakan alat atau latihan kerja bisa disamakan dengan praktikum. Praktikum dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (1989:698) adalah bagian dari pengajaran, yang bertujuan agar siswa mendapat kesempatan untuk menguji dan melaksanakan dalam keadaan nyata apa yang diperoleh dalam teori..

Media trainer harus mampu menarik maupun merangsang perhatian peserta didik, baik tampilan maupun isinya serta dapat menggugah minat peserta didik yang menggunakannya dan harus mampu mendukung materi pelajaran yang sedang diajarkan sehingga tujuan pembelajaran akan mudah tercapai.

Sebuah trainer harus disesuaikan dengan tingkat pengetahuan dan ketrampilan yang diinginkan. Maka pengembangan trainer harus berorientasi pada tujuan dan sejalan dengan teori yang disajikan serta dapat memberikan pengalaman melakukan dan harus mampu mengefisienkan dan mengefektifkan bahan praktek.

**b. Media cetak (modul)**

Media cetak yang berupa modul menurut Nasution (2011:205), merupakan suatu unit yang lengkap yang berdiri sendiri dan terdiri atas suatu rangkaian kegiatan belajar yang disusun untuk membantu siswa mencapai sejumlah tujuan yang dirumuskan secara khusus dan jelas. Modul Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran Teknik Digital Sekuensial yang dimaksud pada penelitian ini merupakan media pembelajaran yang memuat materi, tugas, tes dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya dan termasuk kedalam jenis media cetak berwujud buku.

Sesuai dengan pedoman penulisan modul yang dikeluarkan Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal

Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional tahun 2003, modul yang dikembangkan harus mampu meningkatkan motivasi dan efektifitas penggunaannya. Modul tersebut diantaranya memiliki karakteristik: *self contained* yaitu seluruh materi pembelajaran dari satu kompetensi atau subkompetensi yang dipelajari terdapat di satu modul yang utuh dan *user friendly* yaitu setiap instruksi dan paparan informasi yang tampil bersifat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudahan pemakai dalam merespon, mengakses sesuai keinginan, serta penggunaan bahasa sederhana dan mudah dimengerti.

Menurut Azhar Arsyad (2011:87-90) modul pembelajaran memiliki beberapa hal yang perlu diperhatikan pada saat merancang, misalnya konsistensi dalam penggunaan format dari halaman ke halaman mengenai jenis dan ukuran huruf serta jarak spasi, teks yang disusun sedemikian rupa sehingga informasi mudah diperoleh dan memiliki daya tarik agar memotivasi siswa untuk terus membaca modul pembelajaran.

Tujuan utama modul pembelajaran adalah untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran di sekolah, baik waktu, dana, fasilitas, maupun tenaga guna mencapai tujuan secara optimal (Indriyanti dan Susilowati, 2010:1). Sebuah modul mencakup seluruh kegiatan belajar yang harus ditempuh oleh peserta didik, sehingga guru tidak lagi menjadi unsur pokok di dalam mempelajari kompetensi. Beberapa keuntungan yang diperoleh dari pembelajaran dengan penerapan modul adalah sebagai berikut (Indriyanti dan Susilowati, 2010:1) :



- 1) Meningkatkan motivasi siswa, karena setiap kali mengerjakan tugas pelajaran yang dibatasi dengan jelas dan sesuai dengan kemampuan.
- 2) Setelah dilakukan evaluasi, guru dan siswa mengetahui benar, pada modul yang mana siswa telah berhasil dan pada bagian modul yang mana mereka belum berhasil.
- 3) Siswa mencapai hasil sesuai dengan kemampuannya.
- 4) Bahan pelajaran terbagi lebih merata dalam satu semester
- 5) Pendidikan lebih berdaya guna, karena bahan pelajaran disusun menurut jenjang akademik.

Untuk mengembangkan media ini digunakan beberapa model pengembangan. Model pengembangan merupakan tahapan atau langkah-langkah yang dilakukan dalam pengembangan. Beberapa model pengembangan yang menjadi acuan peneliti dalam melakukan penelitian pengembangan, salah satunya menurut Sukmadinata (2006:57), yaitu terdiri dari tiga langkah, studi pendahuluan (mengkaji teori dan mengamati produk atau kegiatan yang ada), melakukan pengembangan produk atau program kegiatan baru dan terakhir menguji atau memvalidasi produk atau program kegiatan yang baru.

Terdapat tiga model pengembangan, yaitu model prosedural, konseptual, dan teoritik. Penelitian ini menggunakan model prosedural, yaitu model yang bersifat deskriptif, menunjukkan langkah-langkah yang harus diikuti untuk menghasilkan produk. Prosedur pengembangan yang digunakan dalam pengembangan media adalah sebagai berikut:

- 1) Perencanaan, yang meliputi:
  - a) Perumusan tujuan yang ingin dicapai (*need analysis*)
  - b) Penetapan kriteria keberhasilan dan jenis-jenis instrumen yang akan digunakan untuk menilai ketercapaian hasil.

- c) Merancang pengembangan produk awal dan uji lapangan yang akan dilakukan, penentuan subjek, rancangan uji coba (*quasi experiment*), waktu dan lama pelaksanaan, personalia, fasilitas yang diperlukan, jadwal kegiatan, dan estimasi biaya.
- 2) Studi eksplorasi, meliputi 2 bagian:
- a) Kajian literatur tentang produk yang akan dikembangkan dan kajian terhadap penelitian-penelitian yang telah dilakukan berkenaan dengan pengembangan produk.
  - b) Kajian tentang situasi lapangan, berkenaan dengan kondisi lembaga, jumlah dan keadaan mahasiswa, sarana, serta praktek pembelajaran yang berlaku sekarang.
- 3) Pengembangan bentuk awal produk yang dilakukan oleh orang-orang yang memiliki keahlian tentang produk yang akan dikembangkan dan mampu mengembangkan produk tersebut sampai dengan dihasilkannya bentuk awal yang diinginkan dan memerlukan *review* serta perbaikan yang berlangsung berkali-kali.
- 4) Validasi, terdapat dua aspek yang diperhatikan, yaitu: aspek produk (kejelasan petunjuk penggunaan, keterbacaan, sistematika materi, kualitas tampilan gambar dan animasi, komposisi warna, kualitas narasi, dan sebagainya) dan aspek instruksional (misalnya kejelasan kompetensi yang akan dicapai, kejelasan petunjuk belajar, kemudahan memahami materi, keluasaan dan kedalaman materi, ketepatan urutan penyajian, interaktifitas, ketepatan evaluasi, kejelasan umpan balik, dan sebagainya). Validasi produk dapat dilakukan melalui:

- a) Validasi Ahli (*Expert Judgement*), responden para ahli bidang terkait dengan produk yang dikembangkan, untuk me-review produk awal, sehingga diperoleh masukan untuk perbaikan awal.
  - b) Uji lapangan ialah uji penggunaan produk yang dikembangkan terhadap subjek yang menjadi sasaran. Subjek hendaknya representatif dan sesuai dengan ruang lingkup penelitian.
- 5) Instrument Pengumpulan dan Analisis Data.
- 6) Revisi model dan perangkat pembelajaran berdasarkan validasi.

## **5. Voltmeter Digital**

Alat-alat ukur digital menunjukkan besaran yang diukur dalam bentuk angka. Dengan alat ukur digital kesalahan pembacaan dihilangkan oleh penunjukan langsung dengan angka dari besaran yang diukur dan titik desimal ditunjukkan secara langsung untuk memudahkan pengukuran dan pembacaannya.

*Trainer Voltmeter Digital* sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial ini menggunakan metode perbandingan dengan menggunakan referensi dari buku Teknik Ukur dan Piranti Ukur Elektronik karangan Wasito S. Metode perbandingan Voltmeter berdasarkan metode ini mempunyai suatu tegangan standar berkode yang dibandingkan oleh suatu amplifier pembanding. Adapun tegangan standar dapat berubah secara otomatis sampai menyamai tegangan yang diukur kemudian tegangan standar yang berkode ini ditunjukkan secara bilangan. Metode ini memiliki beberapa sifat sedemikian rupa sehingga perbandingan langsung antara

tegangan yang diukur dan tegangan standar menjamin ketelitian dan ketepatan pengukuran.

*Trainer Voltmeter Digital* sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial ini terdiri dari:

a. Pembangkit Pulsa

Pembangkit pulsa menggunakan pewaktu 555 yang difungsikan sebagai *multivibrator astabil* yang dapat menghasilkan aliran aliran pulsa yang kontiniu, berbentuk segi empat yang dapat berada pada dua keadaan. Akan tetapi keadaan kedua pulsa-pulsa yang dihasilkan tidak berada pada keadaan stabil.

b. Pengontrol Masukan Pulsa

Pengontrol masukan pulsa yang dimaksud adalah sebuah gerbang yang difungsikan untuk mengontrol pulsa dari masukan sehingga outputnya akan sesuai dengan yang kita inginkan. Dalam hal ini pengontrol masukan pulsa menggunakan gerbang AND.

c. Pencacah

Pencacah adalah sekelompok flip-flop yang disusun sedemikian rupa sehingga menunjukkan cacah pulsa total yang diumpankan pada masukan. Pencacah merupakan suatu rangkaian logika yang berfungsi untuk mencacah jumlah pulsa pada bagian input dan keluaran berupa digit biner, dengan saluran tersendiri untuk setiap pangkat dua  $2^0$ ,  $2^1$ ,  $2^2$  dan seterusnya. Pencacah dapat dikelompokkan menjadi dua kategori

besar: tak sinkron (asinkron) dan sinkron. Dalam trainer ini menggunakan pencacah decimal dan pencacah hexa

d. *Decoder BCD*

*Decoder BCD* adalah rangkaian untuk menerjemahkan kode-kode biner ke tampilan *7 segment* ( decimal ). Dalam penerapannya pengubah kode *BCD* ke LED *7 segment* dalam bentuk rangkaian terpadu (IC) skala menengah (MSI, *Medium Scale Integration*) dengan nama “*BCD to Seven Segment Driver*”.

e. *Display*

*Seven segment* display adalah alat yang merupakan gabungan dari 7 buah led, yang dikombinasikan sedemikian rupa agar dapat menampilkan angka. *Seven segment* display pada dasarnya adalah LED (Light Emitting Diode), yaitu diode yang dapat mengeluarkan cahaya bila diberi tegangan pada pin-nya. Terdapat 2 jenis *seven segment* yaitu *common anoda* dan *common katoda*.

f. Komparator

*Operational amplifier* atau disingkat *Op-Amp* merupakan salah satu komponen analog yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi rangkaian elektronika. Aplikasi *Op-Amp* diantaranya digunakan sebagai komparator. Prinsip kerja dari komparator adalah sebagai pembanding antara dua inputan dengan salah satu inputan yang dipakai sebagai acuan /referensi.

g. Pengubah DAC

DAC adalah perangkat yang digunakan untuk mengkonversi sinyal masukan dalam bentuk digital menjadi sinyal keluaran dalam bentuk analog (tegangan). Tegangan keluaran yang dihasilkan DAC sebanding dengan nilai digital yang masuk ke dalam DAC.

h. Selektor

Selektor adalah perangkat yang digunakan sebagai pemindah *range* pengukuran dalam hal ini untuk memindah pengukuran AC maupun DC.

i. Catu daya dan tegangan referensi ( $V_{ref}$ )

Pengertian catu daya secara umum adalah suatu sistem filter penyearah yang mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC murni. Secara prinsip berfungsi untuk menurunkan tegangan AC dan menyearahkan tegangan AC menjadi tegangan DC selanjutnya menstabilkan tegangan DC tersebut. Komponen utama terdiri dari transformator, dioda dan kapasitor. Untuk tegangan referensi yaitu tegangan yang digunakan sebagai acuan.

## **B. Kerangka Pikir**

Media pembelajaran *Trainer Voltmeter Digital* ini akan digunakan sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial pada kompetensi keahlian teknik audio video di SMKN 2 Yogyakarta. Pembuatan media ini menggunakan metode pendekatan penelitian pengembangan yaitu tahap pengembangan trainer. Untuk mengembangkan media ini digunakan beberapa

model pengembangan. Model pengembangan merupakan tahapan atau langkah-langkah yang dilakukan dalam pengembangan.

Pengembangan *Trainer* Voltmeter Digital sebagai media pembelajaran dalam penelitian ini menggunakan metode pendekatan penelitian pengembangan yang meliputi tahap pengembangan *trainer* dan tahap pengembangan modul. Tahap pengembangan *trainer* meliputi: (1) desain *trainer*, (2) validasi desain *trainer*, (3) revisi desain *trainer*, (4) uji coba produk. Tahap pengembangan modul meliputi: (1) desain modul, (2) validasi desain modul, (3) revisi desain modul dan (4) ujicoba produk.

Produk berupa *Trainer* Voltmeter Digital sebagai media pembelajaran yang telah dihasilkan sebelum dimanfaatkan perlu dilakukan validasi dan ujicoba terlebih dahulu. Ujicoba ini dimaksudkan untuk memperoleh masukan-masukan maupun koreksi tentang produk yang telah dihasilkan. Berdasarkan masukan-masukan dan koreksi tersebut, produk tersebut direvisi/diperbaiki. Kelompok penting yang dijadikan subjek ujicoba produk yaitu para pakar dan pengguna.

Para pakar ahli media pembelajaran dan ahli materi diminta untuk mencermati produk yang telah dihasilkan, kemudian diminta untuk memberikan masukan-masukan tentang produk tersebut. Berdasarkan masukan-masukan dari para pakar, produk berupa *Trainer* Voltmeter Digital sebagai media pembelajaran kemudian direvisi. Setelah itu produk dapat diujicobakan kepada pengguna sebagai media pembelajaran.

### C. Penelitian Yang Relevan

Hasil penelitian yang relevan sebagai pembanding penelitian ini yaitu :

- a. Penelitian yang dilakukan oleh Machmut Muttaqin (2010) tentang “*Microcontroller Education Board* Sebagai Media Pembelajaran Pemograman Mikrokontrol Berbasis Kompetensi Untuk Mata Pelajaran Teknik Kontrol Pada Jurusan Elektronika SMK Negeri 2 Yogyakarta”. Validasi isi dengan validator ahli materi pembelajaran memperoleh tingkat validitas dengan persentase 92% dengan kategori sangat layak, validasi konstruk dari validator ahli media pembelajaran memperoleh tingkat validitas dengan persentase 91% dengan kategori sangat layak. Sedangkan uji pemakaian mendapat persentase 80% dengan kategori sangat layak.
- b. Penelitian yang dilakukan oleh Aji Setiawan (2011) tentang *Line Follower Robot* sebagai Media Pembelajaran pada *Study Club* Robotika di SMK N 3 Yogyakarta. Validasi isi dari validator ahli materi pembelajaran memperoleh tingkat validitas dengan persentase 81.9% dengan kategori layak, validasi konstruk dari validator ahli media pembelajaran memperoleh tingkat validitas dengan persentase 89.1% dengan kategori layak. Sedangkan dalam uji pemakaian terhadap siswa mendapatkan validitas sebesar 76.78% dengan kategori cukup layak.



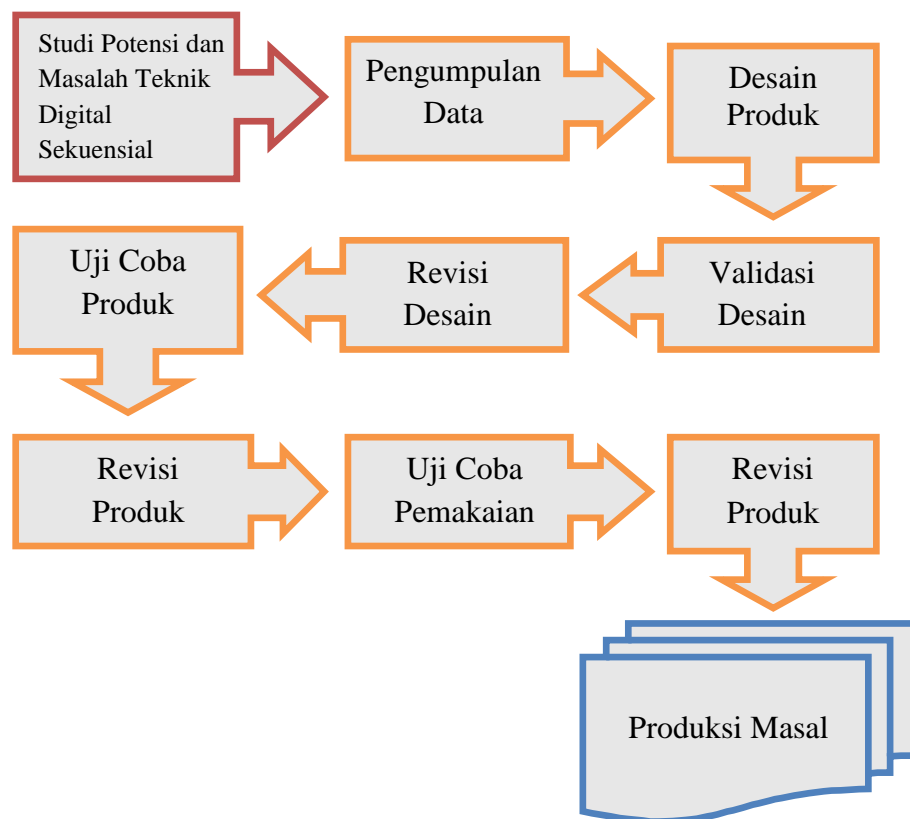
## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Desain Penelitian

##### 1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Metode penelitian dan pengembangan digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono,2010:298). Langkah-langkah penelitian pengembangan ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 3. Langkah Penggunaan Metode *Research and Development*

Dari desain penelitian pengembangan di atas dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Perencanaan dengan melakukan studi identifikasi pada standar kompetensi menguasai teknik digital sekuensial dengan kompetensi dasar yang dipelajari pada mata pelajaran teknik kontrol di SMK N 2 Yogyakarta. Selanjutnya melakukan pengumpulan data mengenai sarana/media yang digunakan dalam pembelajaran. Langkah selanjutnya melakukan pengamatan proses pembelajaran mengenai teknik digital sekuensial. Dari pengamatan di lapangan ditemui ada sebagian siswa yang belum jelas saat melakukan praktikum mengenai teknik digital sekuensial serta aplikasi penggunaannya.
- b. Berdasarkan studi identifikasi di atas maka dikembangkan *trainer* voltmeter digital dan desain modul dengan pendekatan pembelajaran berbasis kompetensi.
- c. Hasil desain media divalidasi oleh ahli media dan ahli materi untuk konstruksi modul sekaligus dilakukan penyelarasan antara desain *trainer* dan desain modul.
- d. Setelah melalui proses validasi desain dilanjutkan dengan revisi desain. Sampai saat ini produk sudah dalam bentuk *trainer* dan modul kemudian diujicobakan kepada siswa di laboratorium atau bengkel.
- e. Uji coba produk dinilai berdasarkan hasil uji fungsi masing-masing komponen, kestabilan kerja, konstruksi, pengawatan, kemudahan penggunaan, kelengkapan dan kesesuaian media.

- f. Uji coba lapangan dilakukan setelah melalui revisi dengan menggunakan media sebagai alat praktikum di laboratorium. Penilaian dalam uji coba lapangan ini dilakukan oleh siswa SMK N 2 Yogyakarta pada Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video.
- g. Setelah uji pemakaian dilakukan revisi berdasarkan masukan guru pengajar teknik digital sekuensial di SMK, lalu *trainer* voltmeter sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial dapat diproduksi sesuai dengan kebutuhan.

## **2. Objek Penelitian**

Objek yang diteliti pada penelitian ini adalah *trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial yang dilengkapi dengan modul pembelajaran.

## **3. Tempat dan Waktu Pengambilan Data**

Penelitian ini dilaksanakan di SMKN 2 Yogyakarta yang beralamat di Jl. AM Sangaji no. 2A. Waktu yang digunakan untuk melaksanakan penelitian ini pada bulan November 2012 sampai selesai.

## **B. Perencanaan Desain Produk**

Modul dan *trainer* dirancang berdasarkan kompetensi dasar yang terdapat pada mata pelajaran teknik digital sekuensial. Berikut ini adalah tabel kompetensi dasar yang terdapat pada silabus mata pelajaran teknik digital sekuensial.

Tabel 3. Kompetensi Dasar Teknik Digital Sekuensial di SMK N 2 Yogyakarta

Kompetensi Dasar	Indikator
Rangkaian Pembangkit Pulsa Clock	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diterangkan cara menentukan panjang gelombang pulsa clock</li> <li>Diterangkan fungsi dari clock</li> </ul>
Menguasai Rangkaian Pencacah	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diterangkan jenis-jenis rangkaian pencacah biner</li> <li>Disebutkan jenis-jenis rangkaian display dan digambarkan bagaimana angka ditampilkan</li> </ul>
Menguasai Rangkaian Pengalih Besaran AD/DA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dijelaskan fungsi dan kegunaan rangkaian pengalih besaran digital ke analog</li> </ul>

## 1. Analisis Kebutuhan

Untuk dapat dijadikan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran teknik digital sekuensial, maka pengembangan *trainer* voltmeter sebagai media pembelajaran ini dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

### a. Analisis kebutuhan produk (*trainer*)

Berdasarkan kondisi nyata yang ada di lapangan, maka analisis kebutuhan produk meliputi beberapa *board* rangkaian yang diperlukan dalam perancangan *trainer* ini yaitu:

- 1) Pembangkit pulsa untuk menghasilkan gelombang kotak menggunakan astable multivibrator dengan IC NE 555 dengan frekuensinya mendekati kurang lebih 1000 Hz.

Rumus:  $T = 0,693 (R_a + 2 R_b) C$  (*lihat gambar 6*)

- 2) Pengontrol masukan pulsa menggunakan gerbang AND dengan IC 7408.
- 3) Pencacah desimal 3 digit (0 - 999) menggunakan IC 74LS90 3 buah.
- 4) Pencacah hexa untuk menghasilkan cacahan sebanyak 255 menggunakan IC 74LS93 sebanyak 2 buah.
- 5) BCD ke 7 segment untuk 3 digit menggunakan IC 7447 sebanyak 3 buah.
- 6) Penampil menggunakan 7 segment *common anoda* sebanyak 3 buah.
- 7) *Over flow* menggunakan IC 74LS08.
- 8) Konverter *digital to analog* ( DAC ) menggunakan IC 8 bit DAC 0808.
- 9) V referensi ( V ref ) DAC menggunakan tegangan + 10V.
- 10) *Op – Amp* sebagai pembanding menggunakan IC *Op-amp* LM 358.
- 11) Rangkaian selector AC DC menggunakan saklar dan dilengkapi dengan pembagi tegangan menggunakan resistor 100k  $\Omega$  dan VR 5k $\Omega$ .
- 12) Rangkaian catu daya menggunakan IC regulator 7805 untuk tegangan keluaran 5V, 7810 untuk tegangan keluaran 10V, 7815 untuk tegangan keluaran 15V dan 7915 untuk tegangan keluaran – 15V.

#### b. Analisis Materi Modul

Pada *trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran ini pelatihan kompetensi diimplementasikan dalam bentuk modul. Modul

dikembangkan sesuai dengan deskripsi standar kompetensi menguasai teknik digital sekuensial. Modul terdiri dari empat bagian yaitu : bagian 1 memuat deskripsi judul, petunjuk penggunaan modul, tujuan umum, kompetensi. Bagian 2 memuat rencana belajar siswa dan kegiatan belajar yang meliputi tujuan khusus, uraian materi, rangkuman, tugas dan lembar kerja praktik . Bagian 3 memuat pertanyaan evaluasi, kunci jawaban dan kriteria penilaian. Bagian 4 memuat penutup.

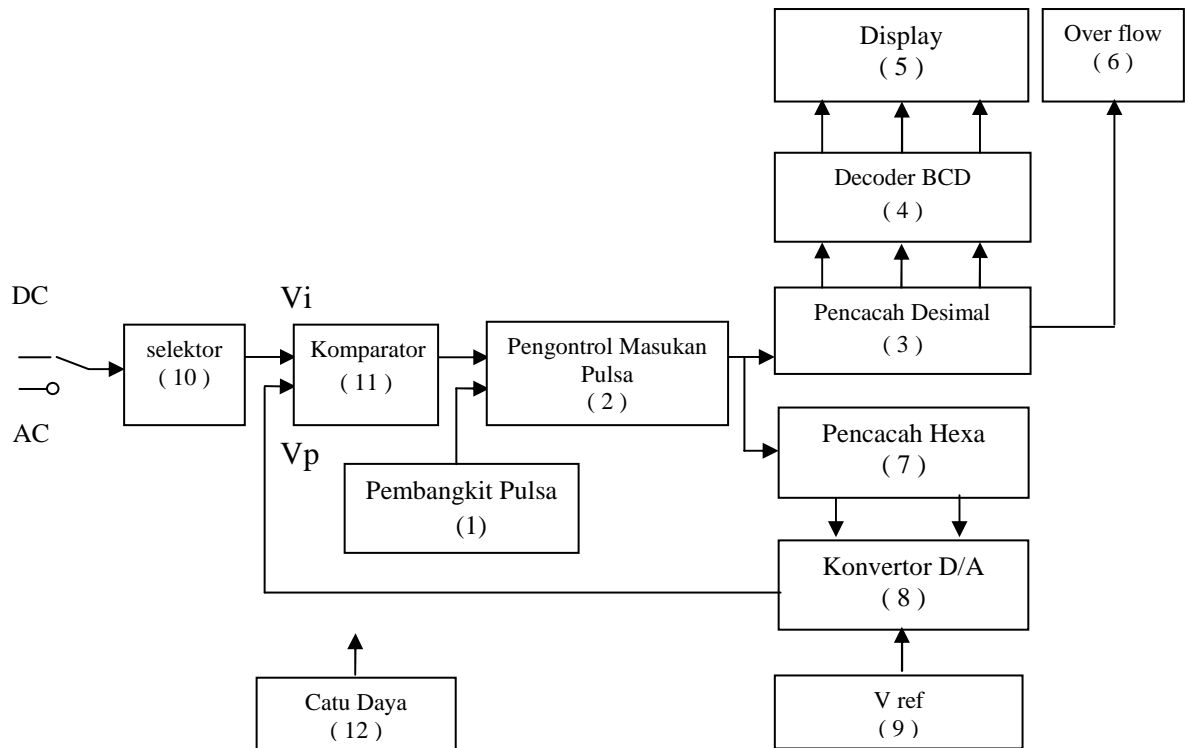
Satu modul dikembangkan dari satu sub kompetensi. Tujuan pembelajaran disusun berdasarkan kompetensi pada masing masing sub kompetensi. Deskripsi materi dikembangkan dari materi pokok pembelajaran yang memuat sikap, pengetahuan, dan ketrampilan sesuai dengan lingkup belajar. Lembar evaluasi pada modul dikembangkan untuk mengukur pencapaian kompetensi berdasarkan jabaran kriteria kinerja.

## **2. Desain**

Perencanaan desain produk merupakan gambaran awal dari trainer voltmeter digital yang akan dibuat. *Trainer* voltmeter digital merupakan perangkat keras yang digunakan sebagai peralatan dalam praktikum teknik digital sekuensial. Untuk mendukung penyelenggaraan praktikum dikembangkan menjadi beberapa blok rangkaian sesuai dengan kebutuhan.

### **a. Desain rangkaian**

*Trainer* dibuat menjadi *board – board* sesuai dengan blok diagram *trainer* voltmeter digital di bawah ini.



Gambar 4. Blok Diagram *Trainer Voltmeter Digital*

Desain *trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial terdiri dari

- 1) Blok ke-1 adalah rangkaian pembangkit pulsa yang berfungsi untuk membangkitkan pulsa clock yang akan digunakan untuk mengaktifkan rangkaian pencacah desimal maupun pencacah hexa sehingga dapat melakukan pencacahan.
- 2) Blok ke-2 adalah rangkaian pengontrol masukan pulsa yang berfungsi untuk mengontrol pulsa masukan sebelum digunakan untuk mengaktifkan rangkaian pencacah desimal dan pencacah hexa
- 3) Blok ke-3 adalah rangkaian pencacah desimal berfungsi untuk menghitung 0-999 akan tetapi dalam *trainer* voltmeter digital ini

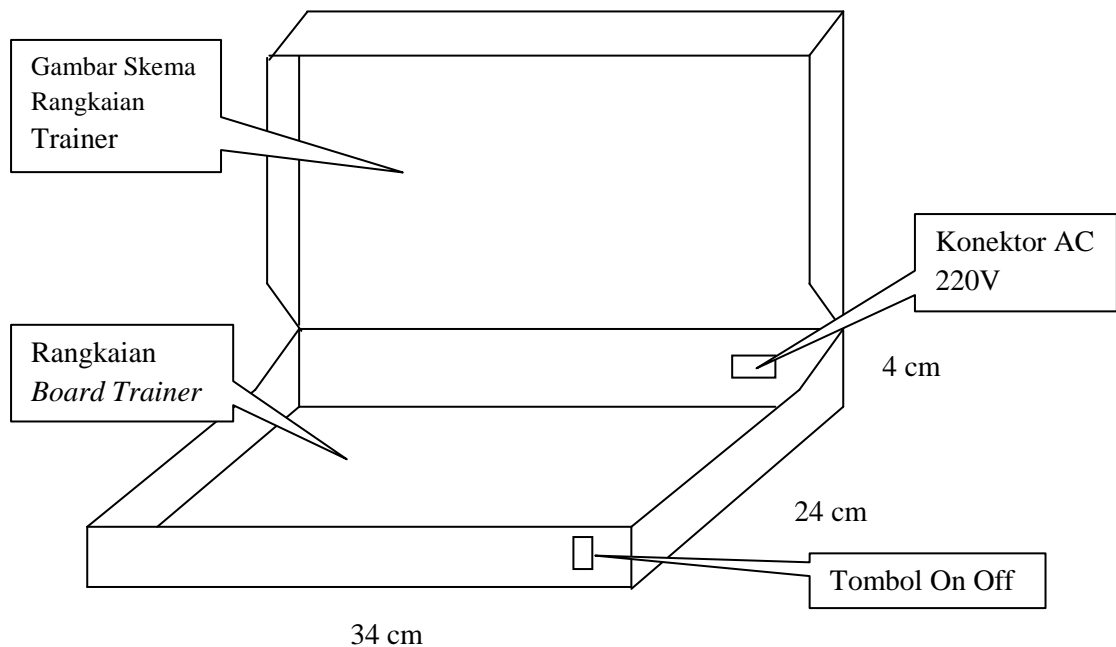
nanti akan difungsikan untuk menghitung 0-219 disesuaikan dengan batas maksimal pengukuran.

- 4) Blok ke-4 adalah rangkaian decoder BCD berfungsi untuk menerjemahkan kode-kode biner ke tampilan 7 segment (desimal).
- 5) Blok ke-5 adalah rangkaian penampil 7 segment berfungsi untuk menampilkan hasil cacahan dari pencacah.
- 6) Blok ke-6 adalah rangkaian *overflow* berfungsi untuk indikator bila pengukuran melebihi batas ukur.
- 7) Blok ke-7 adalah rangkaian pencacah hexa berfungsi untuk mencacah 0-255.
- 8) Blok ke-8 adalah rangkaian konverter digital ke analog ( DAC ) berfungsi mengubah data input yang berupa biner (digital) menjadi menjadi tegangan analog pada outputnya.
- 9) Blok ke-9 adalah V referensi berfungsi untuk mensuplay tegangan referensi yang dibutuhkan oleh rangkaian DAC.
- 10) Blok ke-10 adalah rangkaian selector berfungsi untuk memindah AC atau DC.
- 11) Blok ke-11 adalah rangkaian komparator berfungsi untuk membandingkan antara tegangan masukan ( $V_{in}$ ) dengan tegangan dari output DAC ( $V_{ref}$ ).
- 12) Blok ke-12 adalah rangkaian catudaya berfungsi untuk menyuplai tegangan pada masing-masing blok rangkaian.



#### b. Desain mekanik (box)

Untuk design mekanik box dibuat dengan spesifikasi ukuran panjang 34 cm, lebar 24 cm dan tinggi 4 cm, bahan yang digunakan dari jenis bahan arcilic bening dengan ketebalan 3 mm. Box ini dibuat dengan model dapat dibuka dan ditutup jadi saat digunakan untuk praktikum maka box ini harus dibuka. Keterangan mengenai box untuk trainer voltmeter digital ditunjukkan seperti gambar di bawah ini.



Gambar 5. Desain *Box*

### 3. Implementasi

#### a. Persiapan alat dan bahan

Peralatan dan bahan-bahan yang harus dipersiapkan sebelum membuat *trainer* voltmeter digital ini adalah sebagai berikut:

- 1) Seperangkat komputer
- 2) *Toolset* (multimeter, solder, obeng, tang potong, tang lancip dan bor)
- 3) *Printed Circuit Board* (PCB)
- 4) *Ferry Chloride* ( $\text{FeCl}_3$ )
- 5) Tenol
- 6) *Steel wool*
- 7) Komponen yang diperlukan

b. Proses Pembuatan

1) Pembuatan *trainer*

Setelah alat dan bahan dipersiapkan maka dilakukan proses pembuatan alat. Proses tersebut meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Membuat gambar rancangan pada program Proteus 6.9
- b) Membuat gambar *lay out* PCB menggunakan program PCB Wizard
- c) Mencetak *lay out* gambar PCB menggunakan kertas glosy
- d) Menempelkan hasil cetakan pada PCB dengan cara disetrika
- e) Melarutkan PCB dengan larutan *ferry chloride*
- f) Memeriksa hasil pelarutan
- g) Mengebor PCB
- h) Menghaluskan permukaan PCB dengan *steel wool*
- i) Menguji kondisi komponen dengan multimeter

- j) Merakit komponen ke dalam PCB
  - k) Pemeriksaan terakhir sebelum diadakan pengujian
  - l) Melakukan pengujian alat
- 2) Pembuatan modul

Tahap pembuatan modul meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Menentukan judul yaitu *Trainer Voltmeter Digital* sebagai Media Pembelajaran Teknik Digital Sekuensial.
- b) Menentukan tujuan pembelajaran, yaitu menguasai materi pada standar kompetensi menguasai teknik digital sekuensial .
- c) Menentukan *outline* dan mengembangkannya
- d) Penyusunan draft modul, menentukan format teks dan gambar
- e) Melakukan pencetakan modul

#### **4. Pengujian Kelayakan Media Pembelajaran**

Untuk mengetahui kelayakan media pembelajaran maka dilakukan uji validasi. Uji validasi yang digunakan meliputi uji validasi isi (*content validity*) dan validasi konstruk (*construct validity*).

Pengujian validasi isi dapat dilakukan dengan membandingkan antara isi instrumen dengan materi yang telah diajarkan (Sugiyono, 2010:129). Uji validasi isi dikonsultasikan dengan ahli materi dalam hal ini adalah dosen ahli materi dan guru pengampu. Untuk menguji validasi konstruk, dilakukan dengan uji terbatas oleh ahli media.

Aspek yang diukur ditinjau dari media pembelajaran dan materi. Sehingga data pengujian berasal dari angket penelitian yang diberikan kepada dosen ahli media pembelajaran Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan guru pengampu teknik digital sekuensial pada Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video di SMKN 2 Yogyakarta sebagai respondennya.

### **C. Teknik Pengumpulan Data**

#### **1. Pengujian dan Pengamatan**

Pengujian dan pengamatan ini dimaksudkan untuk memperoleh hasil unjuk kerja dari *trainer* voltmeter digital yang akan dijadikan sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial pada mata pelajaran teknik kontrol. Hasil pengujian dipaparkan dengan data berupa uji coba dan hasil pengamatan.

#### **2. Kuisisioner (Angket)**

Kuisisioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya (Sugiyono, 2010: 142). Dalam penelitian ini angket digunakan untuk menilai kesesuaian media yang dikembangkan dengan tujuan yang ditetapkan serta menentukan kelayakan *trainer* voltmeter sebagai media pembelajaran digital sekuensial. Responden yang dilibatkan dalam pengambilan data adalah ahli media pembelajaran, ahli materi, guru pengampu dan siswa sebagai pengguna. Hasil penelitian kemudian dianalisis dan dideskripsikan.

#### **D. Instrumen Penelitian**

Menurut Suharsimi Arikunto (2009:134) instrument penelitian merupakan alat bantu penelitian dalam mengumpulkan data. Kualitas instrument akan menentukan kualitas data yang terkumpul. Penyusunan instrument dilakukan dengan memahami variabel yang akan diteliti. Variabel dijadikan sebagai obyek yang menjadi fokus perhatian dalam penelitian.

Untuk memperoleh data tentang pengujian dan pengamatan maka instrumen yang digunakan adalah alat ukur berupa multimeter dan penggaris. Sedangkan untuk mengetahui kelayakan media yang telah dibuat untuk pembelajaran teknik digital sekuensial, maka digunakan instrumen berupa angket yang diberikan kepada ahli bidang teknik digital sekuensial, ahli media pembelajaran, dan sejumlah siswa.

Instrumen yang diberikan kepada dosen ahli materi digunakan untuk mengetahui tingkat kelayakan media dilihat dari validasi isi (*content validity*), sedangkan instrumen yang diberikan kepada dosen ahli media pembelajaran untuk mengetahui tingkat kelayakan media dilihat dari validasi konstruk (*construct validity*).

##### **1. Instrumen Kelayakan Validasi Isi**

Instrument penelitian untuk ahli materi berisikan kesesuaian media pembelajaran dilihat dari relevansi materi. Pengujian validitas isi dapat dilakukan dengan menggunakan kisi-kisi instrument dengan meminta pendapat ahli (*experts judgment*). Kisi-kisi instrumen untuk ahli materi bidang teknik digital sekuensial dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4. Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Materi

No.	Aspek	Indikator	Butir
1.	Kualitas Isi	Kesesuaian materi dengan silabus	1
		Kesesuaian materi dengan media (trainer)	2
		Ketepatan tujuan	3
		Kemudahan pembelajaran	4
		Relevansi kompetensi	5
		Kelengkapan materi	6
		Keruntutan materi	7
		Keseimbangan	8
		Kejelasan materi	9
		Kejelasan soal	10
		Keterkaitan materi	11
		Aspek kognitif	12
		Aspek Afektif	13
		Aspek psikomotorik	14
2.	Kemanfaatan	Membantu proses pembelajaran	15
		Memberi kesempatan belajar siswa	16
		Memudahkan siswa dalam memahami materi	17
		Memberikan motivasi untuk belajar	18

## 2. Instrumen Kelayakan Validasi Konstruk

Pengujian validasi konstruk dilakukan dengan uji terbatas oleh ahli media pembelajaran. Kisi-kisi instrumen untuk ahli media dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Media

No.	Aspek	Indikator	Butir
1.	Tampilan	Tata letak komponen	1
		Kerapian pemasangan komponen	2
		Tampilan rangkaian trainer	3
		Keterangan tulisan per blok trainer	4
		Kejelasan gambar, simbol dan nilai komponen	5
		Keterbacaan 7 segment	6
		Daya tarik tampilan keseluruhan	7
2.	Kualitas Teknis	Kemudahan pengoperasian	8
		Tingkat keamanan	9
		Petunjuk pengoperasian	10
		Kemudahan penyambungan	11
		Ketelitian	12
		Kehandalan	13
		Unjuk kerja	14
3.	Kemanfaatan	Mempermudah proses belajar mengajar	15
		Memperjelas materi pembelajaran	16
		Menumbuhkan motivasi belajar	17
		Menambah perhatian siswa	18
		Mempermudah guru	19
		Mempunyai keterkaitan dengan materi yang lain	20

### 3. Penggunaan Media Pembelajaran oleh Siswa

Instrumen penerapan media pada pembelajaran meliputi aspek (1) kualitas isi (materi), (2) kualitas tampilan media, (3) kualitas teknis, dan (4) kemanfaatan. Instrumen ini ditujukan untuk siswa. Kisi-kisi instrumen pada proses pembelajaran dengan siswa dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Kisi-kisi Instrumen untuk Siswa

No.	Aspek	Indikator	Butir
1.	Kualitas isi (materi)	Kejelasan materi	1
		Kesesuaian materi	2
		Kelengkapan materi	3
2.	Tampilan Media	Tataletak	4
		Kerapian	5
		Tampilan gambar rangkaian	6
		Keterangan tulisan per blok trainer	7
		Keterbacaan	8
		Daya tarik tampilan keseluruhan	9
3.	Teknis	Petunjuk pengoperasian	10
		Kemudahan penyambungan	11
		Kemudahan pengoperasian	12
		Tingkat keamanan	13
		Unjuk kerja keseluruhan	14
4.	Kemanfaatan	Mempermudah proses pembelajaran	15
		Mempercepat proses pembelajaran	16
		Meningkatkan motivasi	17
		Meningkatkan perhatian	18

Setelah menyusun kisi-kisi instrumen, selanjutnya adalah menyusun butir-butir pernyataan, butir-butir pernyataan dalam penelitian ini berbentuk pilihan. Langkah selanjutnya adalah membuat skor (*scoring*). Jawaban setiap instrumen dalam penelitian ini mempunyai gradasi dari sangat positif sampai sangat negatif. Pembuatan skor disesuaikan dengan pola pernyataan. Berikut ini contoh penskoran pilihan jawaban yang terdiri dari sangat setuju, setuju, tidak setuju dan sangat tidak setuju.



Tabel 7. Skor Pernyataan

No	Jawaban	Skor
1	SS (Sangat setuju)	4
2	S (Setuju)	3
3	TS (Tidak setuju)	2
4	STS (Sangat tidak setuju)	1

Instrumen penelitian yang benar akan memudahkan peneliti dalam memperoleh data yang valid, akurat dan dapat dipercaya. Data penelitian merupakan bentuk penggambaran dari variabel yang diteliti. Oleh karena itu, benar tidaknya data penelitian sangat menentukan bermutu tidaknya hasil penelitian. Syarat minimal yang harus dipenuhi oleh suatu instrumen penelitian ada dua macam, yakni validitas dan reliabilitas. Berikut ini merupakan pengujian instrumen:

a. Validitas Instrument

Instrument yang digunakan dalam penelitian untuk mengumpulkan data harus memenuhi persyaratan validitas. Penggunaan instrument yang valid dalam penelitian bertujuan agar data yang terkumpul juga diharapkan valid. Uji validitas dilakukan untuk mengetahui validitas dari instrument.

Pengujian validasi instrument digunakan digunakan metode validitas item, yaitu ketepatan mengukur yang dimiliki oleh sebutir item (yang merupakan bagian tak terpisahkan dari sebagai suatu totalitas), dalam mengukur apa yang seharusnya diukur lewat butir item tersebut (Anas Sudijono, 1998:182). Dalam analisis item ini (Masrun, 1997:78)

menyatakan “Teknik korelasi untuk menentukan validitas item ini sampai sekarang merupakan teknik yang paling banyak digunakan”. Selanjutnya dalam memberikan interpretasi terhadap koefisien korelasi, Masrun menyatakan “Item yang mempunyai korelasi positif dengan kriterium (skor total) serta korelasi yang tinggi, menunjukkan bahwa item tersebut mempunyai validitas yang tinggi pula. Syarat minimum untuk dianggap memenuhi syarat adalah apabila  $r = 0.3$ ”. Sehingga korelasi antara butir item dengan skor total kurang dari 0.3 maka butir dalam instrument tersebut dinyatakan tidak valid (Sugiyono,2010:134).

Korelasi yang digunakan adalah korelasi *Pearson Moment* yang rumusnya sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}$$

Keterangan :

$r_{xy}$	:	Korelasi <i>Pearson Moment</i>
N	:	Jumlah subyek
X	:	Skor tiap butir
Y	:	Skor total

#### b. Reliabilitas Instrument

Pengujian reliabilitas instrument dilakukan dengan *internal consistency* dengan Teknik Belah Dua (*split half*) yang dianalisis dengan rumus *Spearman Brown*. Untuk keperluan itu maka butir-butir instrument dibelah menjadi dua kelompok, yaitu kelompok instrumen

ganjil dan instrumen genap. Selanjutnya skor data tiap kelompok itu disusun sendiri. Instrumen yang diuji reliabilitasnya adalah yang digunakan untuk siswa. Selanjutnya skor total antara kelompok ganjil dan genap dicari koreasinya. Instrument dianggap reliabel apabila lebih dari 0.70.

$$r_i = \frac{2rb}{1 + rb}$$

Keterangan:

$r_i$  : reliabilitas internal seluruh instrument

$rb$  : korelasi *product pearson moment* antara belahan pertama dan kedua

#### **E. Teknik Analisis Data**

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang bersifat *developmental* sehingga dalam penelitian ini tidak dimaksudkan untuk menguji hipotesis tertentu, tetapi hanya menggambarkan apa adanya tentang suatu keadaan (Suharsimi Arikunto, 2009:234). Teknis analisis data yang akan dilakukan pada tahap pertama adalah menggunakan deskriptif kualitatif yaitu memaparkan produk media hasil rancangan media pembelajaran setelah diimplementasikan dalam bentuk produk jadi dan menguji tingkat kelayakan produk.

Tahap kedua menggunakan deskriptif kuantitatif, yaitu memaparkan mengenai kelayakan produk untuk diimplementasikan pada standar kompetensi menguasai teknik digital sekuensial pada Kompetensi Keahlian Teknik Audio video SMK N 2 Yogyakarta. Data kualitatif yang diperoleh

kemudian diubah menjadi data kuantitatif dengan menggunakan *Skala Likert*. *Skala Likert* memiliki gradasi dari sangat positif sampai sangat negatif yang dapat diwujudkan dalam beragam kata-kata. Tingkatan bobot nilai yang digunakan sebagai skala pengukuran adalah 4, 3, 2, 1.

Berdasarkan data instrument penelitian, kemudian dengan melihat bobot tiap tanggapan yang dipilih atas tiap pernyataan, selanjutnya menghitung skor rata-rata hasil penilaian tiap komponen trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial dengan menggunakan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Keterangan:

$\bar{X}$  = skor rata-rata

n = jumlah penilai

$\sum X$  = skor total masing-masing penilai

Rumus perhitungan persentase skor menurut Suharsimi Arikunto (2009:95), ditulis dengan rumus berikut :

$$\text{Persentase kelayakan(\%)} = \frac{\text{skor yang diobservasi}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Setelah persentase didapatkan maka nilai tersebut dirubah dalam pernyataan predikat yang menunjuk pada pernyataan keadaan, ukuran kualitas. Data yang terkumpul dianalisis dengan analisis deskriptif kuantitatif yang diungkapkan dalam distribusi skor dan presentase terhadap kategori

skala penilaian yang telah ditentukan. Hasil perolehan persentase kelayakan disimpulkan berdasarkan tabel skala persentase menurut M.Chabib Thoha (1996:89)

Tabel 8. Skala Penilaian Kesesuaian Produk Media

No	Skor dalam Persen (%)	Skala Nilai	Interprestasi
1	0% - 60%	0	Tidak Layak
2	>61% - 70%	1	Kurang Layak
3	>71% - 80%	2	Cukup Layak
4	>81% - 90%	3	Layak
5	>91% - 100%	4	Sangat Layak

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

##### 1. Hasil Desain

Hasil desain merupakan wujud dari rancangan media pembelajaran berupa *trainer* voltmeter digital dan modul yang berisi materi, tugas, kegiatan pembelajaran dan evaluasi mengenai materi teknik kontrol digital sekuensial.

##### a. Desain *trainer*

Desain *trainer* diwujudkan dalam beberapa bagian rangkaian elektronik yang merupakan komponen penyusun *trainer*.

##### 1). Rangkaian Pembangkit Pulsa

Untuk membangkitkan pulsa yang akan digunakan pada *trainer* voltmeter ini maka dibuatlah rangkaian pembangkit pulsa dengan menggunakan astable multivibrator. Rangkaian pembangkit pulsa ini menghasilkan frekuensi kurang lebih 1000 Hz dengan menggunakan IC NE 555, R1 12k  $\Omega$ , R2 1k dan kapasitor 100nF. Secara teori dapat dihitung sesuai dengan rumus :

$$T = 0,693 ( R_a + 2 R_b ) C$$

$$= 0,693 ( 12K + 2 \times 1K ) 100 \times 10^{-9} = 0.00097$$

$$F = 1/T = 1/0.00097 = 1020 \text{ Hz}$$

## 2). Pengontrol Masukan Pulsa

Pulsa keluaran dari rangkaian pembangkit pulsa akan menuju rangkaian pengontrol masukan pulsa terlebih dahulu sebelum digunakan untuk mengaktifkan rangkaian pencacah decimal dan pencacah hexa. Rangkaian pengontrol masukan pulsa ini menggunakan gerbang AND yaitu dengan IC 74LS08. Rangkaian ini bekerja jika semua inputnya bernilai 1 maka outputnya akan bernilai 1 (*high*) sehingga akan meloloskan pulsa ke pencacah. Jika semua atau salah satu inputnya bernilai 0 maka outputnya akan bernilai 0 (*low*) sehingga akan menahan laju pulsa yang menuju pencacah.

## 3). Rangkaian Pencacah Desimal

Rangkaian pencacah desimal ini berfungsi untuk menghitung cacahan 0-999. Saat trainer voltmeter digital digunakan untuk pengukuran maka akan difungsikan untuk menghitung 0-219 disesuaikan dengan tegangan yang umum digunakan dan DAC yang digunakan. Rangkaian pencacah decimal ini menggunakan 3 buah IC 74LS90 dengan menggunakan model pencacah asinkron.

## 4). Rangkaian Decoder BCD ke 7 *segment*

Rangkaian Decoder BCD ke 7 *segment* berfungsi untuk menerjemahkan kode-kode biner menjadi desimal untuk ditampilkan ke penampil 7 *segment*. Rangkaian ini menggunakan 3 buah IC 74LS47.

5). Rangkaian *Display*

Rangkaian *display* berfungsi untuk menampilkan output keluaran dari decoder BCD agar dapat dibaca desimalnya. Rangkaian ini menggunakan 3 buah 7 segmen *common anoda* yang juga berfungsi sebagai penampil tegangan yang terukur yang terdiri dari satuan, puluhan dan ratusan.

6). Rangkaian *Overflow*

Rangkaian *over flow* ini berfungsi sebagai indikator bila nanti hasil pengukuran melebihi batas maksimal. Jika pengukuran mencapai angka 220 maka akan *overflow* dan LED indikator menyala. Rangkaian ini menggunakan IC 74LS08 serta LED 1 buah. Rangkaian *overflow* ini akan bekerja jika semua inputnya bernilai 1 (*high*) dimana input 1 diambilkan dari output B2 IC 7490 dan input 2 diambilkan dari output B1 IC 7490.

7). Rangkaian pencacah hexa

Rangkaian pencacah desimal ini berfungsi untuk menghitung cacahan 0-255. Rangkaian ini disesuaikan dengan rangkaian DAC yang digunakan yaitu 8 bit. Rangkaian pencacah hexa menggunakan 2 buah IC 74LS93.

8). Rangkaian DAC 8 bit

Rangkaian DAC berfungsi untuk mengubah keluaran pencacah hexa yang berupa biner (digital) menjadi tegangan analog. Rangkaian Konverter DAC ini dirancang menggunakan 1



buah IC DAC 8 dan IC *Op-Amp* LM 358. Rangkaian ini bekerja jika input A0-D1 mendapat masukan logika 1 atau 0 dengan konfigurasi 0-255.

9). Tegangan Referensi ( $V_{ref}$ )

Tegangan referensi ini berfungsi untuk mensuplay tegangan referensi yang dibutuhkan oleh rangkaian DAC yaitu sebesar +10VDC.

10). Rangkaian Selektor

Rangkaian ini untuk memindah AC dan DC dan direncanakan agar sesuai dengan kemampuan pengukuran rancangan trainer voltmeter ini yaitu maksimal 220V. Rangkaian selektor ini menggunakan metode resistor pembagi tegangan yang berfungsi melemahkan tegangan masukan (yang diukur) agar dapat dibandingkan dengan keluaran dari rangkaian DAC menggunakan rangkaian komparator.

11). Rangkaian Komparator

Rangkaian komparator berfungsi untuk membandingkan antara tegangan masukan ( $V_{in}$ ) dengan tegangan dari output DAC ( $V_{ref}$ ). Rangkaian ini dirancang menggunakan IC *Op-Amp* LM 358.

12). Rangkaian Catu Daya

*Regulator Power Supply* merupakan rangkaian penstabil tegangan. Rangkaian ini terdiri dari tiga bagian yaitu rangkaian

*power supply* dengan tegangan keluaran +5VDC dan GND untuk memberi suplay tegangan ke rangkaian pembangkit pulsa, rangkaian pengontrol masukan pulsa, rangkaian pencacah, rangkaian penampil, rangkaian over flow, rangkaian DAC. Bagian kedua *power supply* dengan tegangan keluaran dan +15VDC, -15VDC dan GND dan untuk memberi suplay tegangan ke rangkaian komparator. Bagian ketiga *power supply* dengan tegangan keluaran +10VDC sebagai tegangan referensi yang dibutuhkan oleh DAC.

b. Desain modul

Modul didesain sesuai dengan SK (Standar Kompetensi) dan KD (Kompetensi Dasar) yang ada pada mata pelajaran teknik kontrol digital sekuensial. Modul dikembangkan sesuai dengan deskripsi kompetensi. Modul terdiri dari empat bagian yaitu : bagian 1 memuat deskripsi judul, petunjuk penggunaan modul, tujuan umum, kompetensi dan cek kemampuan. Bagian 2 memuat rencana belajar siswa dan kegiatan belajar yang meliputi tujuan khusus, uraian materi, rangkuman, tugas dan lembar kerja praktik . Bagian 3 memuat pertanyaan evaluasi, kunci jawaban dan kriteria penilaian. Bagian 4 memuat penutup. Tujuan pembelajaran disusun berdasarkan kompetensi pada sub kompetensi yang ada. Deskripsi materi dikembangkan dari materi pokok pembelajaran yang memuat sikap, pengetahuan, dan ketrampilan sesuai dengan lingkup belajar. Penggunaan modul dimaksudkan untuk

mempermudah siswa dan guru pembimbing dalam kegiatan pembelajaran.

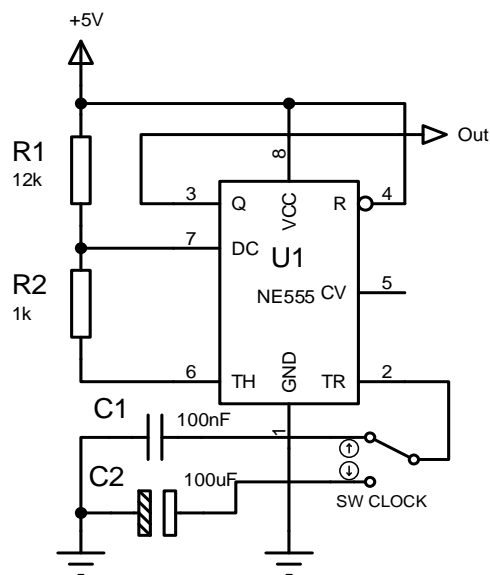
## 2. Hasil Implementasi

Implementasi merupakan proses perwujudan dari rancangan media ke dalam bentuk yang sebenarnya. Berdasarkan rancangan yang telah dibuat, implementasi ini terdiri dari produk *trainer* dan modul.

### a. Hasil implementasi *trainer*

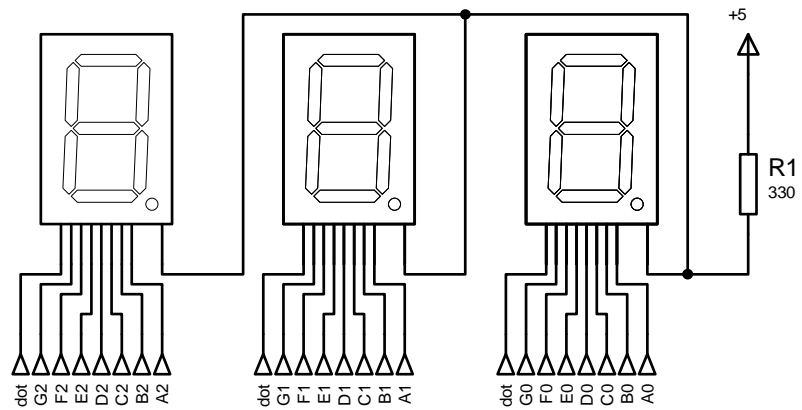
Perangkat *trainer* dibuat mulai dari desain rangkaian, pembuatan PCB sampai pemasangan komponen-komponen pada PCB. Beberapa tahapan dalam memperoleh hasil implementasi dari *trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran adalah sebagai berikut:

#### 1). Skema Rangkaian

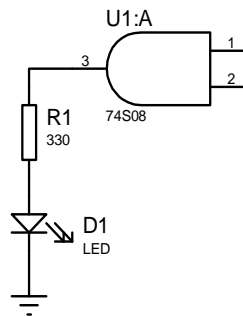


Gambar 6. Rangkaian Pembangkit Pulsa





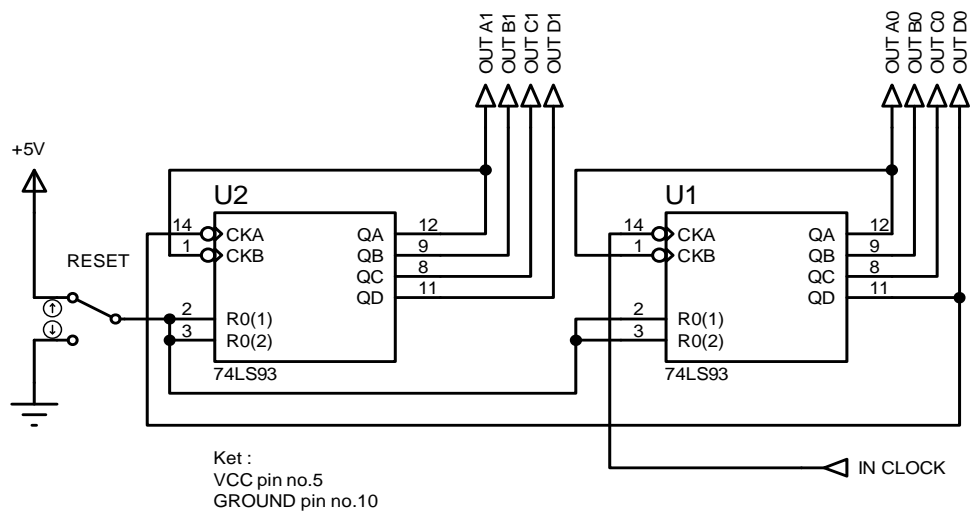
Gambar 10. Rangkaian *Display 7 Segment*



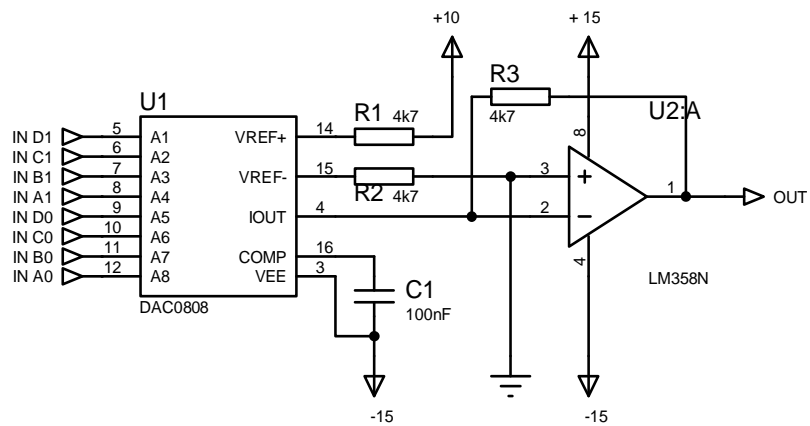
In 1 dari ouput B2  
(ratusan)

In 2 dari ouput B1  
(puluhan)

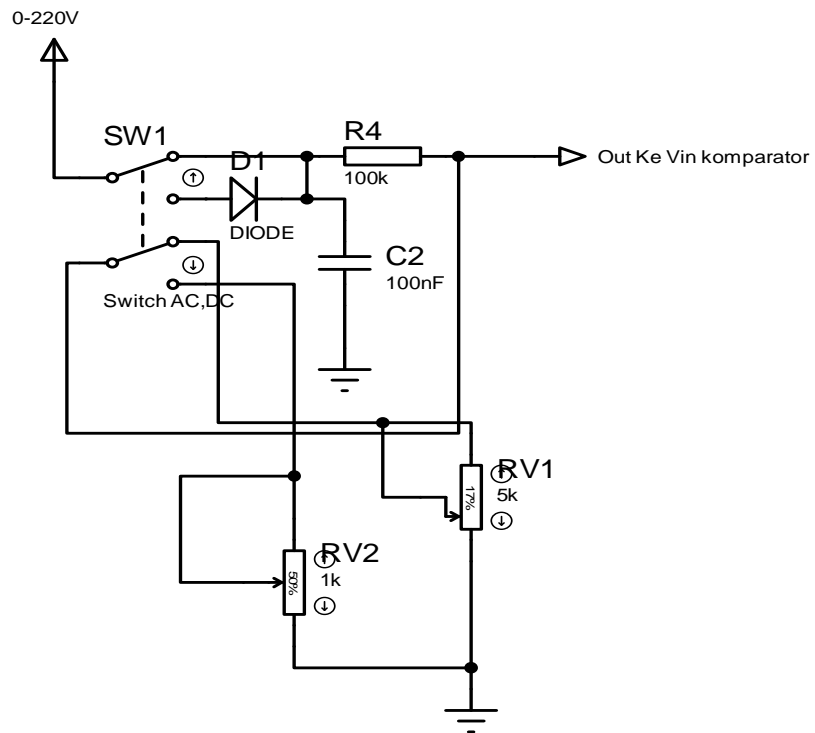
Gambar 11. Rangkaian Indikator *Overflow*



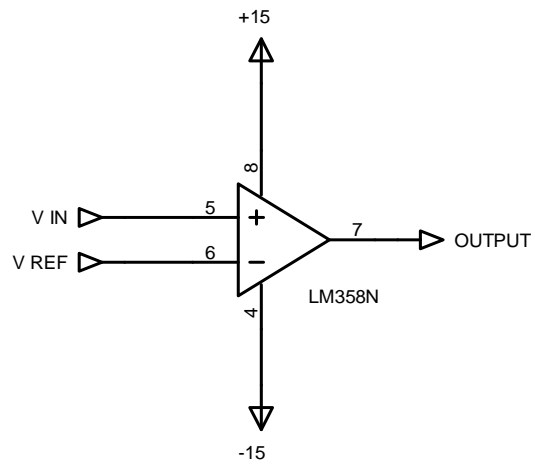
Gambar 12. Rangkaian Pencacah Hexa dengan IC 74LS93



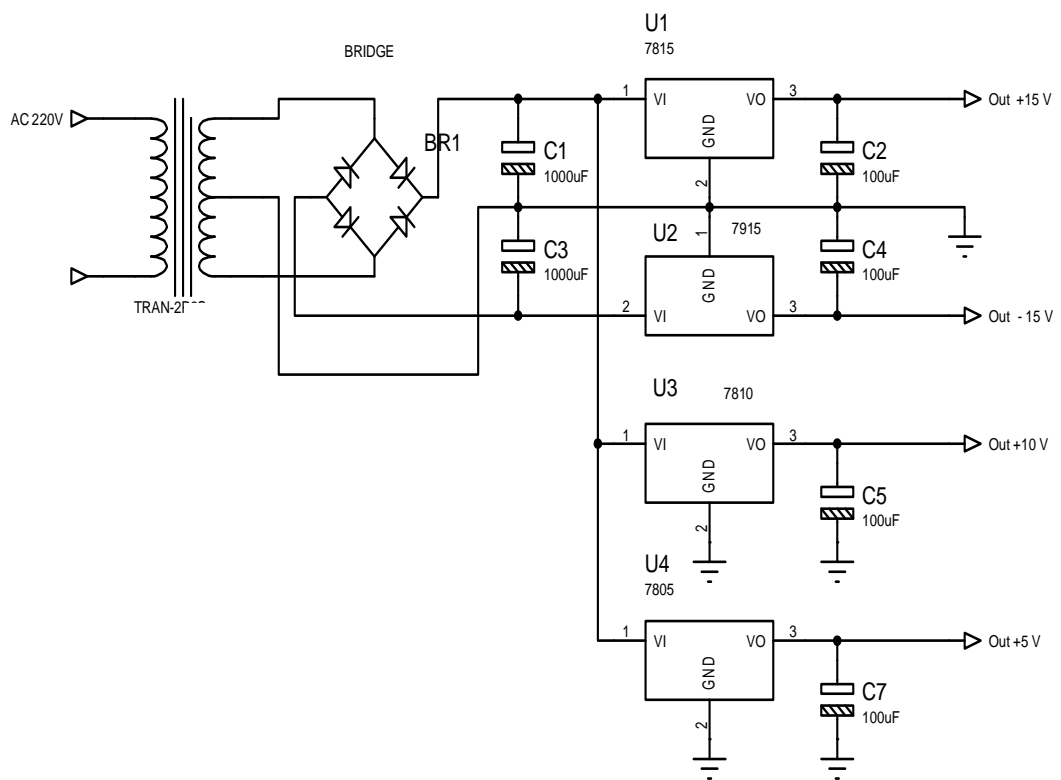
Gambar 13. Rangkaian DAC 8 bit



Gambar 14. Rangkaian Selektor



Gambar 15. Rangkaian Komparator

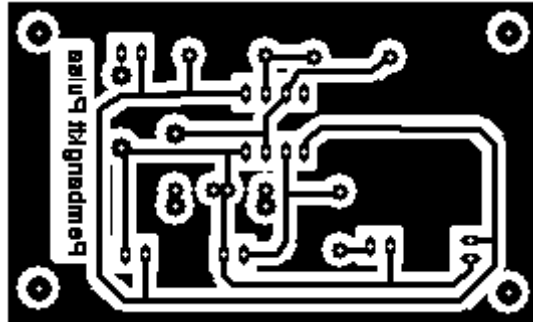


Gambar 16. Rangkaian Catu Daya

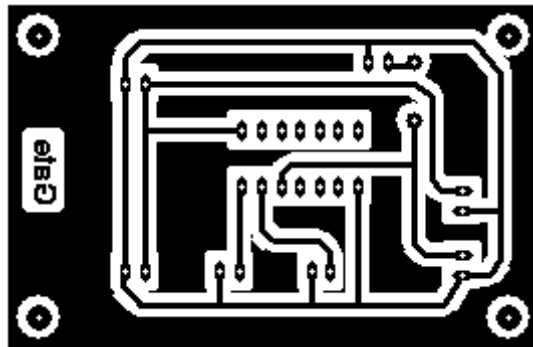




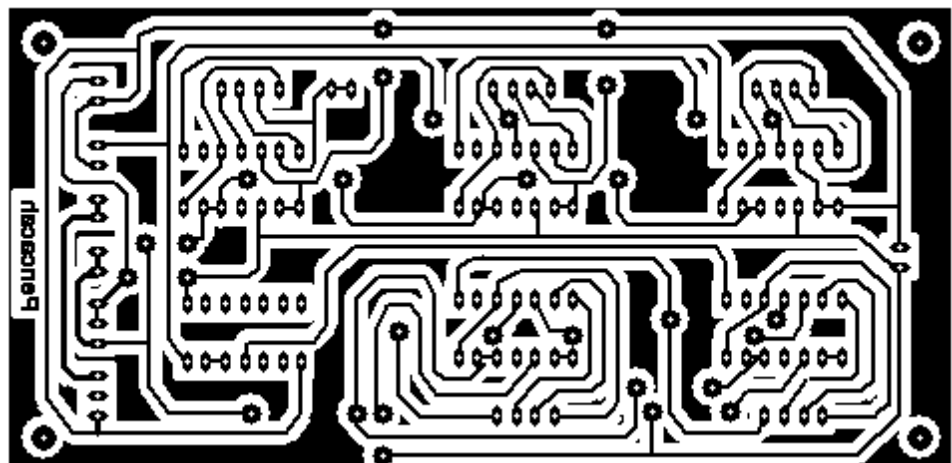
2). *Lay out* PCB



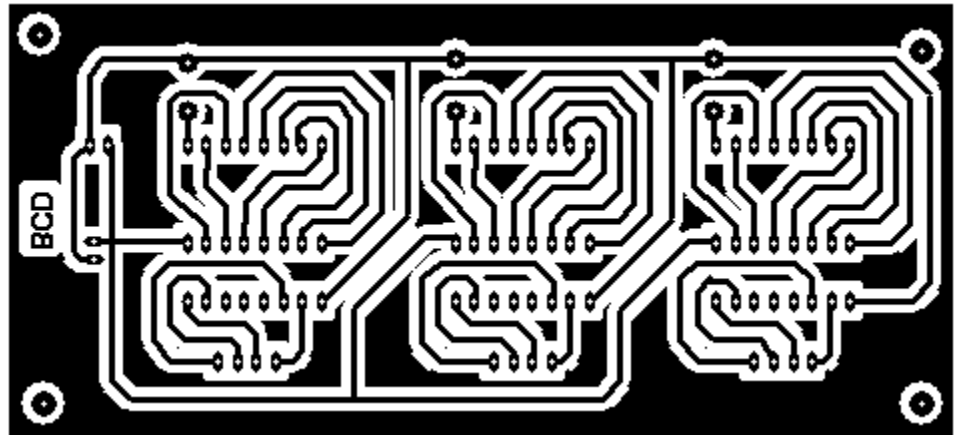
Gambar 18. *Layout* Pembangkit Pulsa



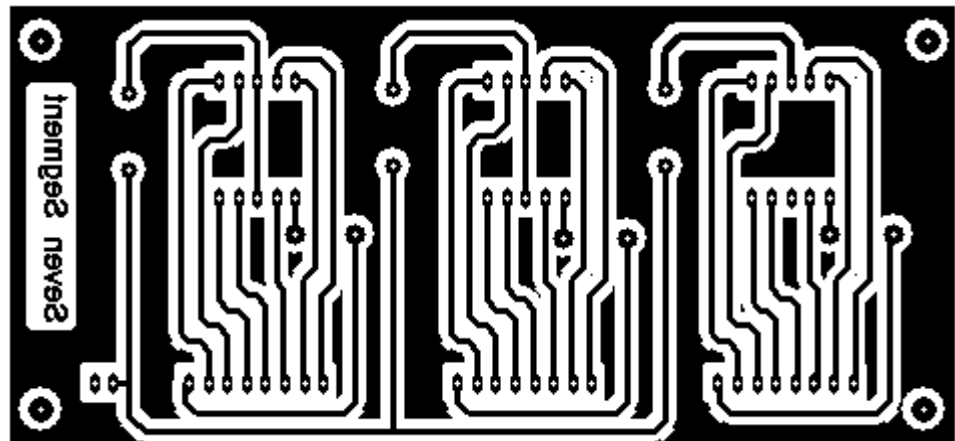
Gambar 19. *Layout* Pengontrol Masukan Pulsa



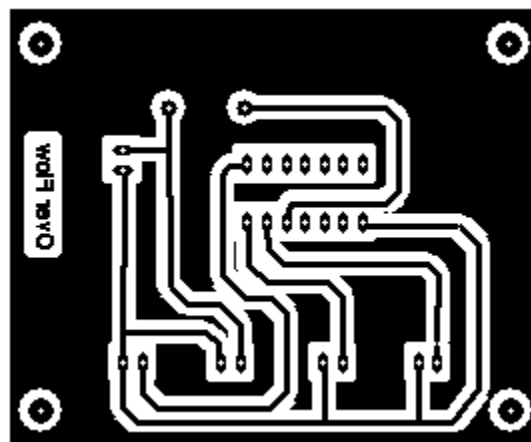
Gambar 20. *Layout* Pencacah Desimal dan Hexa



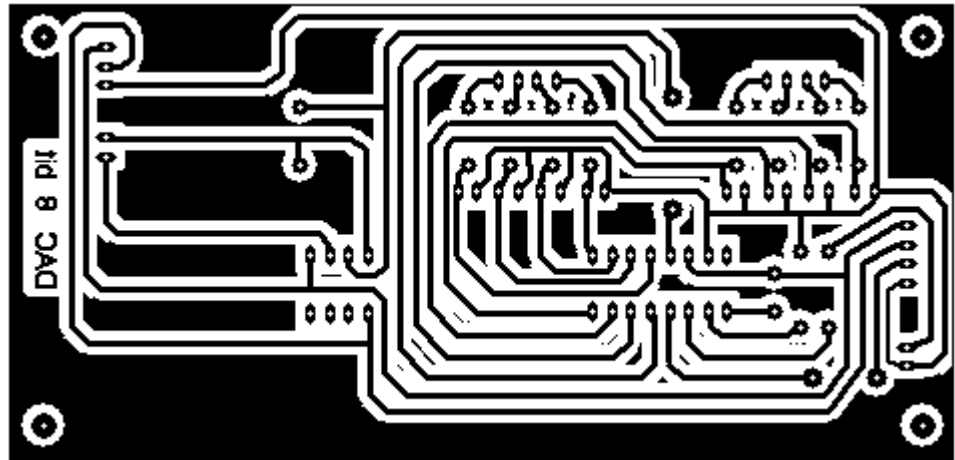
Gambar 21. *Layout Decoder BCD*



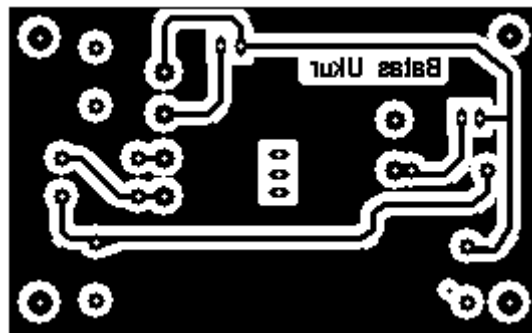
Gambar 22. *Layout Display 7 Segment*



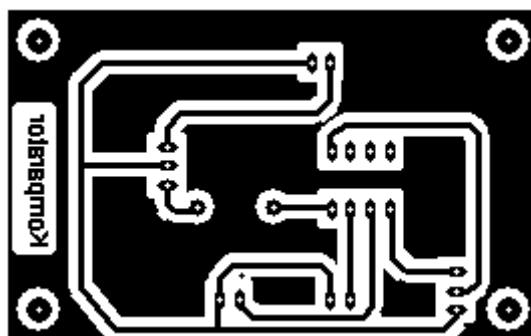
Gambar 23. *Layout Overflow*



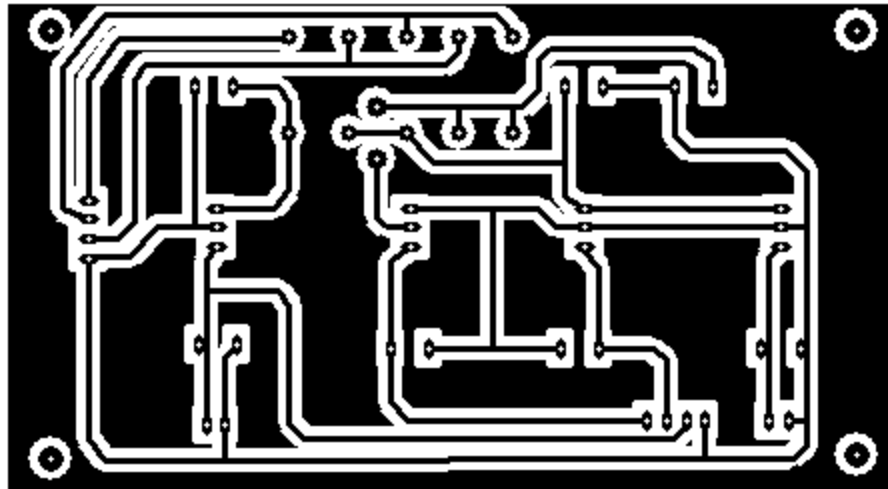
Gambar 24. *Layout* Konvertor DAC



Gambar 25. *Layout* Selektor

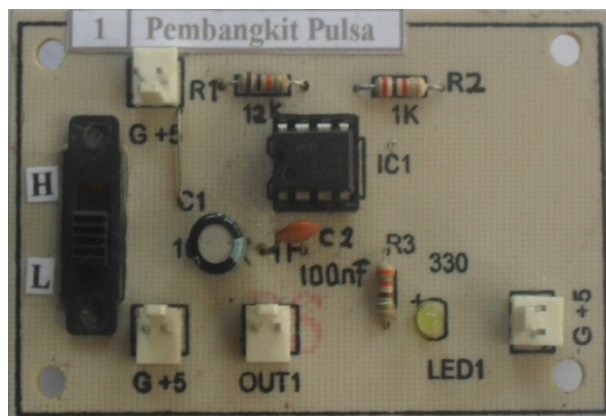


Gambar 26. *Layout* Komparator

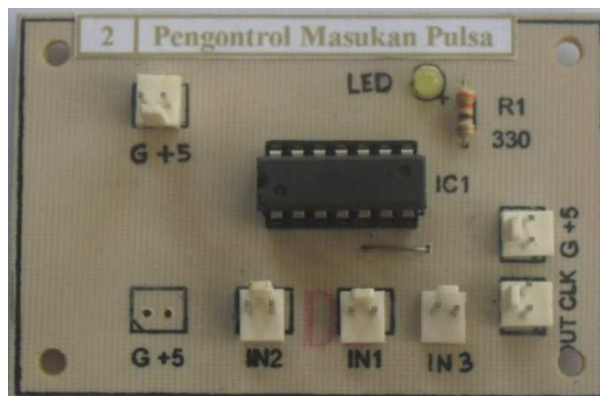


Gambar 27. *Layout Catudaya*

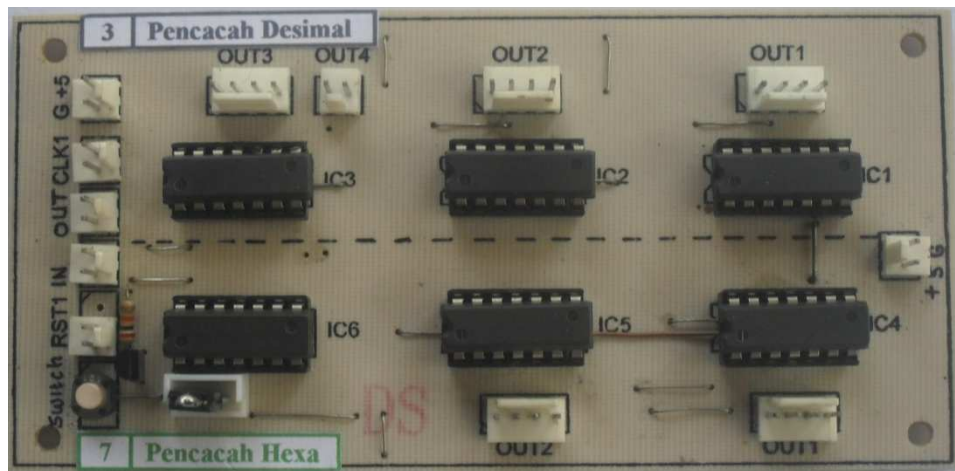
### 3). Hasil Produk



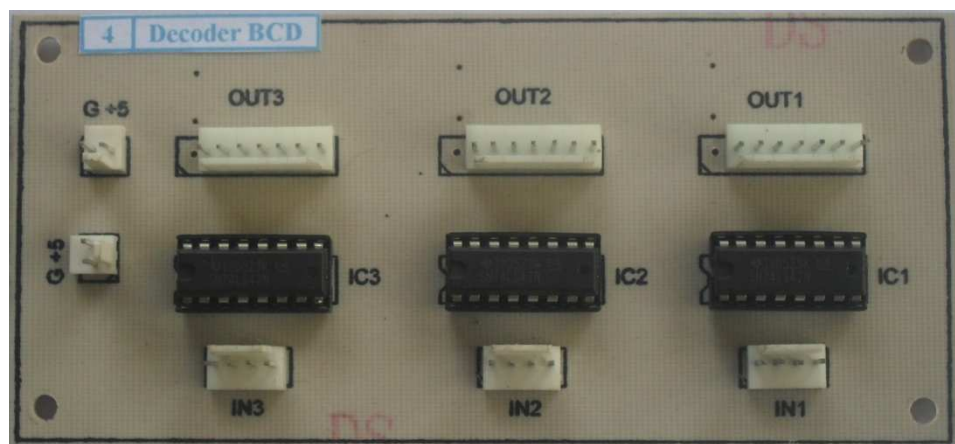
Gambar 28. *Board Rangkaian Pembangkit Pulsa*



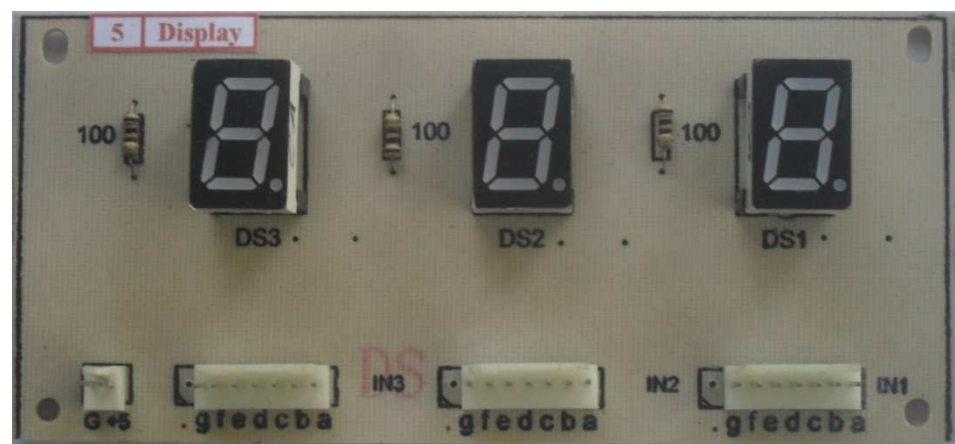
Gambar 29. *Board Rangkaian Pengontrol Masukan Pulsa*



Gambar 30. *Board Rangkaian Pencacah*



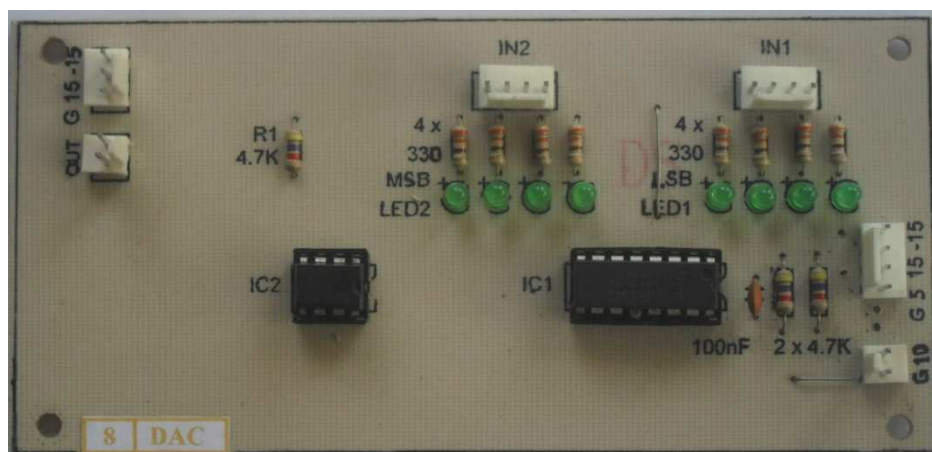
Gambar 31. *Board Rangkaian Decoder BCD*



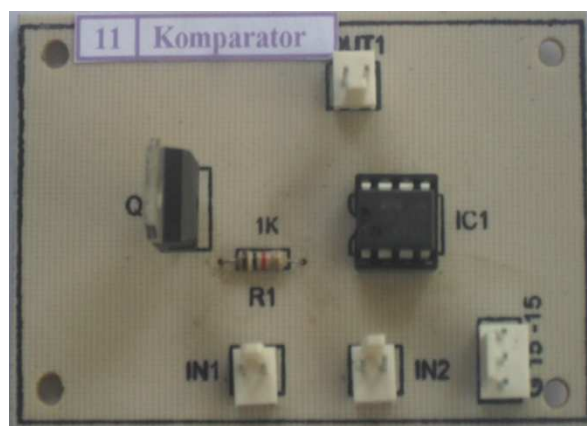
Gambar 32. *Board Rangkaian Display 7 Segment*



Gambar 33. *Board Rangkaian Overflow*



Gambar 34. *Board Rangkaian Konverter DAC*



Gambar 35. *Board Rangkaian Komparator*

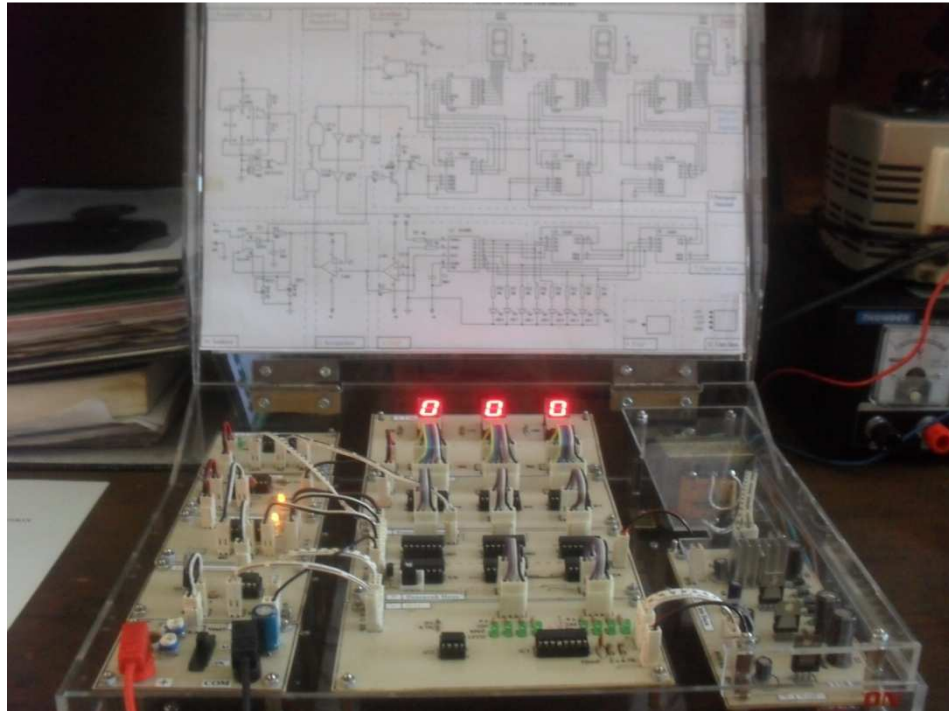


Gambar 36. *Board* Rangkaian Selektor



Gambar 37. *Board* Rangkaian Catu Daya dan Vref





Gambar 38. *Trainer Voltmeter Digital*

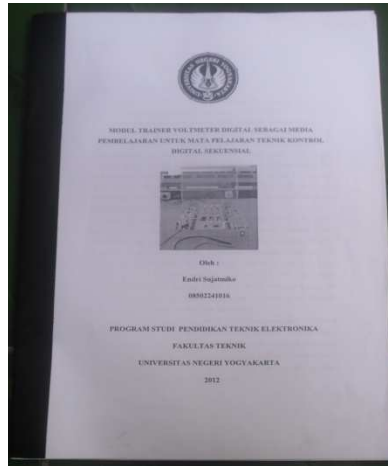
b. Hasil implementasi modul

Modul terdiri dari empat bagian yaitu bagian 1 memuat deskripsi judul, petunjuk penggunaan modul, tujuan umum dan kompetensi. Bagian 2 memuat rencana belajar siswa dan kegiatan belajar yang meliputi tujuan khusus, uraian materi, rangkuman, tugas dan lembar kerja praktik. Bagian 3 memuat pertanyaan evaluasi, kunci jawaban dan kriteria penilaian. Bagian 4 memuat penutup.

Modul ini terdiri dari 6 bagian kegiatan belajar yaitu Pembangkit Pulsa, Pencacah Desimal, Pencacah Hexa, Decoder BCD ke 7 Segment, Pengubah Digital ke Analog dan Rangkaian Trainer Voltmeter. Masing-masing kegiatan belajar memuat tujuan khusus, uraian materi, rangkuman, tugas dan lembar kerja praktik. Modul



tersebut telah mengalami revisi oleh ahli media pada bagian tulisan, yaitu daftar isi, dan penyajian gambar.

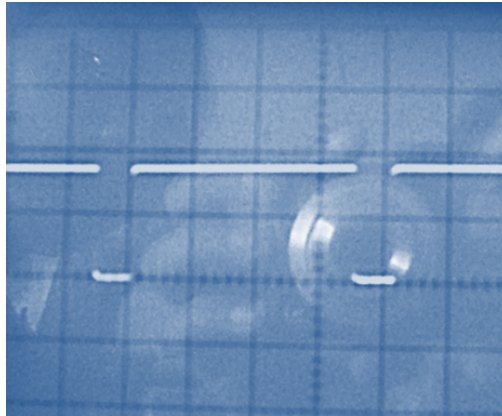


Gambar 39. Modul Rangkaian *Trainer* Voltmeter Digital

### 3. Hasil Pengujian Unjuk Kerja Media Pembelajaran *Trainer* Voltmeter Digital

#### a. Rangkaian pembangkit pulsa

Bagian yang paling penting dalam alat ukur digital adalah pembangkit pulsa yang akan menentukan kecermatan dari alat ukur yang dibuat. Pengukuran yang dilakukan dimaksudkan untuk mengetahui besarnya frekuensi yang dibangkitkan. Berikut ini hasil pengujian rangkaian pembangkit pulsa.



Gambar 40. Hasil Pengamatan Rangkaian Pembangkit Pulsa

Tabel 9. Hasil Pengujian Rangkaian Pembangkit Pulsa.

Pengukuran ke-	frekuensi
1	1190Hz
2	1190Hz

b. Rangkaian pengontrol masukan pulsa

Pengujian pada rangkaian pengontrol pulsa yang dilakukan dimaksudkan untuk mengetahui kondisi taraf logika pada keluaran gerbang AND. Rangkaian pengontrol pulsa ini akan aktif jika semua masukan inputnya mendapat logika tinggi (5V) dan menjadi tidak aktif jika salah satu atau semua inputnya mendapat logika rendah (0V).

Berikut ini hasil pengujian dari rangkaian pengontrol masukan pulsa.

Tabel 10. Hasil Pengujian Rangkaian Pengontrol Masukan Pulsa

Input		Output (1Y)
1A	1B	
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Keterangan : 0 = 0V dan 1 = 5V

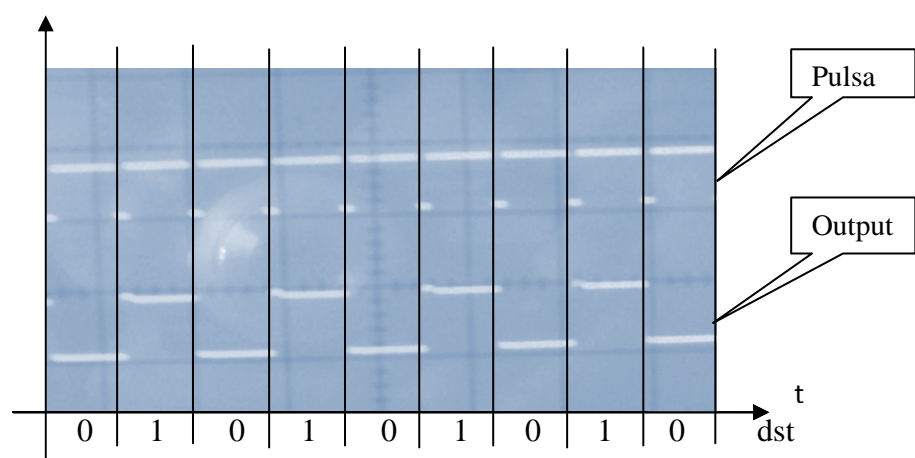
c. Rangkaian pencacah desimal

Pengujian yang dilakukan adalah dengan melakukan pengamatan taraf logika keluaran pada keluaran pencacah (QD, QC, QB dan QA pada IC 74LS90) dengan memberi pulsa clock pada masukannya. Pada IC ini, penghitungan pulsa clock yang masuk dimulai pada saat transisi logika tinggi ke rendah dari pulsa yang masuk apabila kondisi masukan reset berada pada kondisi 0 (rendah). Jika masukan reset dalam kondisi 1 (tinggi) maka keluaran QA-QD berada dalam kondisi rendah semua.

Tabel 11. Hasil Pengujian Rangkaian Pencacah Desimal

Clock ke -	D	C	B	A	Output
0	0	0	0	0	0
↓ 1	0	0	0	1	1
↓ 2	0	0	1	0	2
↓ 3	0	0	1	1	3
↓ 4	0	1	0	0	4
↓ 5	0	1	0	1	5
↓ 6	0	1	1	0	6
↓ 7	0	1	1	1	7
↓ 8	1	0	0	0	8
↓ 9	1	0	0	1	9

Keterangan : logika 0 = 0V dan 1 = 1V



Gambar 41. Hasil Pengamatan Output Rangkaian Pencacah Desimal

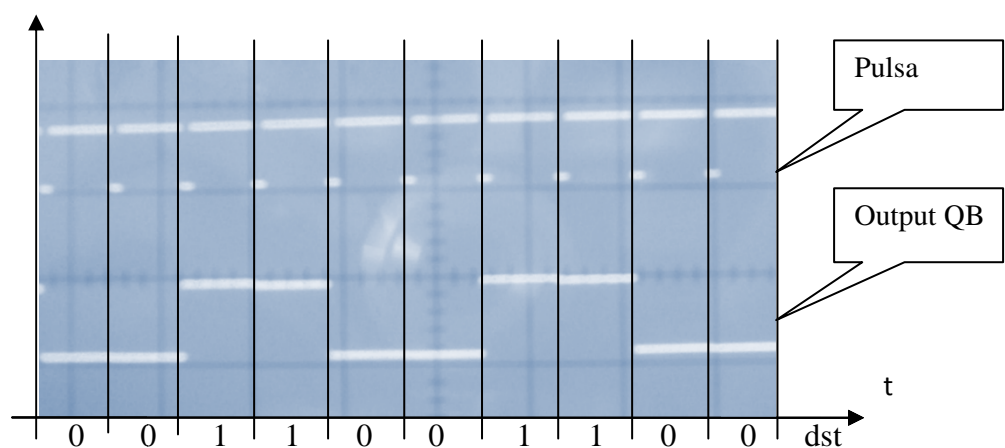
d. Rangkaian pencacah hexa

Pengujian yang dilakukan adalah dengan melakukan pengamatan taraf logika keluaran pada keluaran pencacah (QD, QC, QB dan QA pada IC 74LS93) dengan memberi pulsa clock pada masukannya.

Tabel 12. Hasil Pengujian Rangkaian Pencacah Hexa

Clock ke-	D	C	B	A	Output
-	0	0	0	0	0
↴ 1	0	0	0	1	1
↴ 2	0	0	1	0	2
↴ 3	0	0	1	1	3
↴ 4	0	1	0	0	4
↴ 5	0	1	0	1	5
↴ 6	0	1	1	0	6
↴ 7	0	1	1	1	7
↴ 8	1	0	0	0	8
↴ 9	1	0	0	1	9
↴ 10	1	0	1	0	A
↴ 11	1	0	1	1	B
↴ 12	1	1	0	0	C
↴ 13	1	1	0	1	D
↴ 14	1	1	1	0	E
↴ 15	1	1	1	1	F

Keterangan : logika 0 = 0V dan 1 = 5V



Gambar 42. Hasil Pengamatan Output Rangkaian Pencacah Hexa

e. Rangkaian *display* decoder BCD ke 7 *segment*

Data yang dikeluarkan oleh pencacah desimal berupa sandi BCD sehingga untuk menampilkan data tersebut pada seven segment memerlukan decoder. Pengujian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui kondisi logika pada masing-masing keluaran decoder dan untuk mengetahui hasil tampilan pada *seven segment*.

Tabel 13. Hasil Pengujian Rangkaian *Display*

Desimal	Input Decoder				Output Decoder							Tampilan 7-segment
	D	C	B	A	g	f	e	d	c	b	a	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1
2	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	2
3	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	3
4	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	4
5	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	5
6	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	6
7	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	7
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
9	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	9

Keterangan: input logika 0 = 0V dan 1 = 5V, output 0 = mati dan 1 = nyala

f. Rangkaian Konverter DAC

Pengujian dan pengukuran yang dilakukan dengan maksud untuk mengetahui besarnya output tegangan dari rangkaian konverter DAC. Besarnya output tegangan keluaran akan tergantung dari besarnya Vreferensi yang digunakan dan juga taraf logika yang masuk pada input rangkaian DAC.

Tabel 14. Hasil Pengujian Rangkaian DAC

Vref	Input								Vout ( V )
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	
10V	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	1	0,041
	0	0	0	0	0	0	1	0	0,080
	0	0	0	0	0	0	1	1	0,119
	0	0	0	0	0	1	0	0	0,158
	0	0	0	0	0	1	0	1	0,197
	0	0	0	0	0	1	1	0	0,236
	0	0	0	0	0	1	1	1	0,275
	0	0	0	0	1	0	0	0	0,314
	0	0	0	0	1	0	0	1	0,353
	0	0	0	0	1	0	1	0	0,392
	0	0	0	0	1	0	1	1	0,432
	0	0	0	0	1	1	0	0	0,471
	0	0	0	0	1	1	0	1	0,510
	0	0	0	0	1	1	1	0	0,549
	0	0	0	0	1	1	1	1	0,588
	Konfigurasi sampai semua input A8-A1 = 1								
	1	1	1	1	1	1	1	1	9,96

Keterangan : logika 0 = 0V dan 1 = 5V

#### g. Rangkaian Komparator

Rangkaian komparator akan bekerja dengan membandingkan tegangan yang masuk pada kedua inputnya dengan salah satu inputnya dipakai sebagai acuan /referensi. Pengujian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui kondisi taraf logika yang keluar pada rangkaian komparator.

Tabel 15. Hasil Pengukuran Rangkaian Komparator

Pengukuran ke-	V ref	Vi	Output
1	0.5V	1V	<i>High</i>
2	1V	0.5V	<i>Low</i>

#### h. Pengujian Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya terdiri dari 3 bagian. Catu daya 15 VDC simetris untuk supply tegangan ke bagian komparator dan rangkaian

DAC. Catu daya 10 VDC untuk tegangan referensi DAC. Catu daya 5 VDC menyuplai ke bagian pembangkit pulsa, rangkaian pengontrol masukan, rangkaian pencacah, rangkaian DAC rangkaian decoder dan display 7 segmen.

Tabel 16. Hasil Pengukuran Rangkaian Catu Daya Terbuka

Pengukuran ke-	Tegangan Input (VAC)	Tegangan Output Regulator (VDC)			
		7805	7810	7815	7915
1	220	4,96	9,98	15	-15
2	220	4,96	9,98	15	-15

Tabel 17. Hasil Pengukuran Rangkaian Catu Daya Tertutup

Pengukuran ke-	Tegangan Input (VAC)	Tegangan Output Regulator (VDC)			
		7805	7810	7815	7915
1	220	4,95	9,96	14,96	-14,90
2	220	4,95	9,96	14,96	-14,90

Berikut ini hasil dari pengujian trainer voltmeter digital yang digunakan sebagai voltmeter AC dan voltmeter DC.

a. Pengujian Trainer Sebagai Voltmeter AC dan DC

Proses pengujian dilakukan pemasangan dan perakitan dengan cara menggabungkan masing-masing modul/blok rangkaian sesuai dengan diagram blok rangkaian dan gambar rangkaian *trainer* voltmeter digital sehingga menjadi sebuah kesatuan yang dapat difungsikan sebagai alat ukur voltmeter untuk mengukur tegangan AC maupun untuk mengukur tegangan DC. Dalam pengujiannya trainer ini dibandingkan dengan voltmeter sesungguhnya yaitu voltmeter digital UT 60E.

Tabel 18. Hasil Pengujian Menggunakan Tegangan AC

Skala pada Variac	Hasil Pengukuran ( V AC )		
	Voltmeter AC digital UT 60E	Trainer diset sebagai Voltmeter AC	Kesalahan
0	0	0	0
5	7	7	0
10	13	13	0
15	19	19	0
20	23	23	0
25	28	28	0
30	32	32	0
35	38	38	0
40	42	42	0
45	47	47	0
50	52	52	0
55	57	57	0
60	61	61	0
65	65	65	0
70	70	70	0
75	75	75	0
80	79	79	0
85	84	84	0
90	88	88	0
95	93	93	0
100	97	97	0
105	102	102	0
110	106	106	0
115	111	111	0
120	116	116	0
125	120	120	0
130	124	124	0
135	128	128	0
145	137	136	1
150	143	142	1
155	147	146	1
160	151	150	1
165	160	159	1
170	163	162	1
175	165	164	1
180	170	169	1
185	175	174	1
190	181	180	1
195	183	182	1
200	188	187	1
205	195	194	1
210	200	198	2
215	206	204	2
220	213	211	2
225	216	214	2
230	224	220 (overflow)	-



Tabel 19. Hasil Pengujian Menggunakan Tegangan DC

Skala pada Variac	Hasil Pengukuran ( V DC )		
	Voltmeter DC digital UT 60E	Trainer diset sebagai Voltmeter DC	Kesalahan
0	0	0	0
5	9	9	0
10	15	15	0
15	22	22	0
20	29	29	0
25	34	34	0
30	41	41	0
35	47	47	0
40	52	52	0
45	60	60	0
50	65	65	0
55	71	71	0
60	78	78	0
65	84	84	0
70	90	89	1
75	96	95	1
80	102	101	1
85	108	107	1
90	111	110	1
95	117	116	1
100	122	121	1
105	130	128	2
110	135	133	2
115	142	140	2
120	148	146	2
125	153	151	2
130	161	159	2
135	167	165	2
140	173	171	2
145	179	177	2
150	184	182	2
155	189	186	3
160	195	192	3
165	198	195	3
170	204	201	3
175	209	205	4
180	216	212	4
185	222	220 ( <i>overflow</i> )	

#### **4. Hasil Validasi *Trainer Voltmeter Digital* sebagai Media pembelajaran**

Tahap pengujian terhadap tingkat validitas penggunaan *trainer voltmeter digital* sebagai media pembelajaran dalam pembelajaran mata pelajaran teknik digital sekuensial dilakukan dengan uji validasi yang meliputi validasi isi (*content validity*) dan validasi konstruk (*construct validity*). Data validasi isi diperoleh dari ahli materi dan data validasi konstruk diperoleh dari ahli media pembelajaran. Ahli materi adalah dosen dan guru pengampu yang dianggap telah ahli dalam materi pembelajaran teknik digital sekuensial sedangkan ahli media pembelajaran adalah dosen dan guru pengampu yang dianggap telah ahli dalam media pembelajaran.

Sebelum mengisi angket yang ada, maka terlebih dahulu diadakan demo terhadap media *trainer voltmeter digital* kepada ahli materi dan ahli media. Disamping itu ahli materi dan ahli media juga menerima modul pembelajaran yang berisikan pembelajaran teknik digital sekuensial mengenai *trainer voltmeter digital*. Modul tersebut dikonsultasikan kepada ahli materi dan ahli media hingga dianggap layak untuk dipergunakan.

Setelah dilakukan demo media maka ahli media dan ahli materi dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan pada angket yang dibagikan. Dari sini data mengenai kelayakan penggunaan media dalam pembelajaran mata pelajaran teknik digital sekuensial didapat. Saran yang diberikan digunakan sebagai bahan pertimbangan perbaikan media lebih lanjut. Adapun data penelitian terdapat pada lampiran.

a. Hasil Uji Validasi Isi (*Content Validity*)

Hasil uji validasi ini berupa angket penilaian ahli teknik digital sekuensial sebagai ahli materi, penilaian ditinjau dari dua aspek yaitu aspek kualitas isi dan aspek kemanfaatan. Persentase data penilaian ahli materi pembelajaran disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 20. Hasil Uji Validasi Ahli Materi

No.	Aspek Penilaian	Tingkat Kesesuaian					
		No. Butir	Skor Max	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Skor Ahli 3	Rerata Skor
1	Kualitas isi	1	4	3	4	4	3.67
		2	4	3	3	4	3.33
		3	4	3	3	4	3.33
		4	4	3	4	4	3.67
		5	4	3	4	4	3.67
		6	4	2	3	4	3
		7	4	2	3	3	2.67
		8	4	4	3	4	3.67
		9	4	4	3	4	3.67
		10	4	3	4	4	3.67
		11	4	3	4	4	3.67
		12	4	3	3	4	3.33
		13	4	2	3	4	3
		14	4	3	3	4	3.33
	<b>Jumlah</b>		<b>56</b>	<b>41</b>	<b>47</b>	<b>55</b>	<b>47.67</b>
	<b>Rata-rata</b>		<b>4</b>	<b>2.93</b>	<b>3.36</b>	<b>3.93</b>	<b>3.40</b>
2	Kemanfaatan	15	4	3	3	4	3.33
		16	4	4	3	4	3.67
		17	4	4	4	4	4
		18	4	4	3	4	3.67
	<b>Jumlah</b>		<b>16</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>14.67</b>
	<b>Rata-rata</b>		<b>4</b>	<b>3.75</b>	<b>3.25</b>	<b>4</b>	<b>3.67</b>

Tabel 21. Persentase Hasil Uji Validasi Ahli Materi

No.	Aspek Penilaian	Rerata Skor	Σ Hasil Skor	Σ Skor Max	Persentase (%)
1	Kualitas Isi	3.40	47.67	56	85.13
2	Kemanfaatan	3.67	14.67	16	91.69
<b>Persentase rata-rata</b>					<b>88.41</b>

Langkah dalam proses perhitungan dicontohkan seperti dibawah ini.

1) Mencari Nilai Rerata Skor

Rumus yang digunakan dalam mencari nilai rerata skor adalah sebagai berikut :

$$\bar{x} = \frac{\sum X}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{47}{14}$$

$$\bar{x} = 3.36$$

2) Mencari Persentase (%)

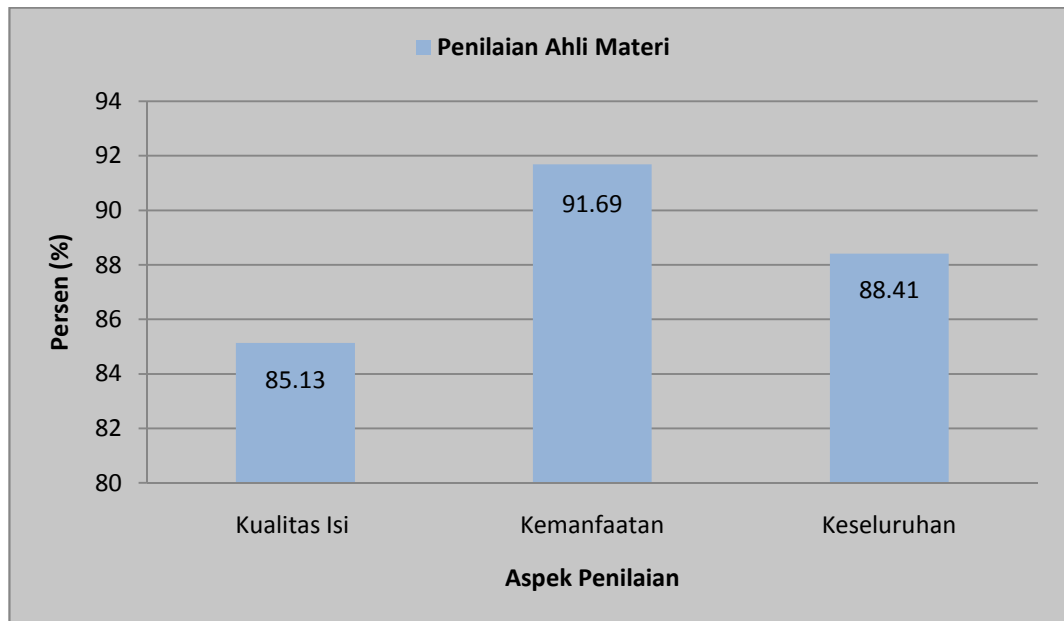
Mencari nilai persentase kelayakan digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Persentase kelayakan (\%)} = \frac{\sum \text{Hasil Skor}}{\sum \text{Skor Maksimum}} \times 100$$

$$\text{Persentase kelayakan (\%)} = \frac{47.67}{56} \times 100\%$$

$$\text{Persentase kelayakan (\%)} = 85.13\%$$

Data dari tabel di atas dapat digambarkan dalam bentuk diagram batang seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 43. Diagram Batang Persentase Hasil Uji Validasi Ahli Materi

Data penilaian dari ahli materi ditinjau dari aspek kualitas isi mendapatkan persentase sebesar 85.13%, dan ditinjau dari aspek kemanfaatan mendapatkan persentase sebesar 91.69%. Secara keseluruhan tingkat validasi *trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial dari penilaian ahli materi memperoleh persentase sebesar 88.41%. sehingga layak digunakan untuk pembelajaran. Selain penilaian di atas, ahli materi memberi saran perbaikan redaksional untuk beberapa tulisan agar lebih jelas dan mudah dipahami.

a. Hasil Uji Validasi Konstruk (*Construct Validity*)

Hasil uji validasi konstruk berupa angket penilaian untuk ahli media pembelajaran. Angket penilaian ahli media pembelajaran ini ditinjau dari tiga aspek yaitu aspek tampilan, aspek teknis dan aspek kemanfaatan. Persentase data penilaian untuk ahli media pembelajaran disajikan dalam tabel berikut ini.

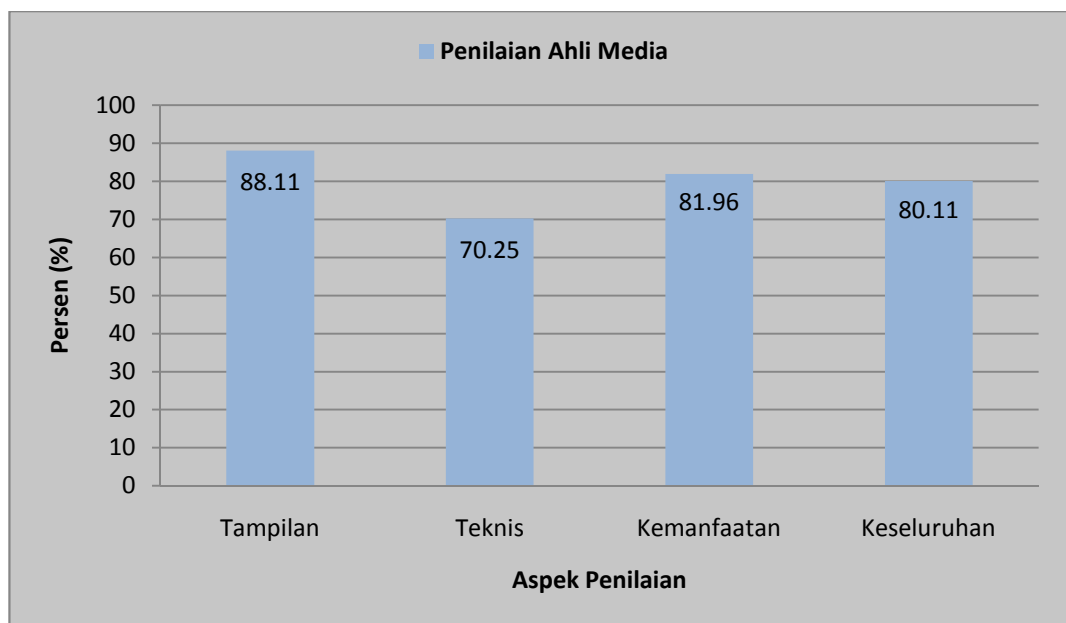
Tabel 22. Hasil Uji Validasi Ahli Media

No.	Aspek Penilaian	Tingkat Kesesuaian					
		No. Butir	Skor Max	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Skor Ahli 3	Rerata Skor
1	Tampilan	1	4	3	3	4	3.33
		2	4	4	4	4	4.00
		3	4	3	4	4	3.67
		4	4	3	4	4	3.67
		5	4	3	3	3	3.00
		6	4	3	3	3	3.00
		7	4	4	4	4	4.00
	<b>Jumlah</b>		<b>28</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>24.67</b>
	<b>Rata-rata</b>		<b>4</b>	<b>3.29</b>	<b>3.57</b>	<b>3.71</b>	<b>3.52</b>
2	Teknis	8	4	3	3	3	3.00
		9	4	3	3	3	3.00
		10	4	3	3	3	3.00
		11	4	3	3	4	3.33
		12	4	2	2	2	2.00
		13	4	2	2	2	2.00
		14	4	3	3	4	3.33
	<b>Jumlah</b>		<b>28</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>19.67</b>
	<b>Rata-rata</b>		<b>4</b>	<b>2.71</b>	<b>2.71</b>	<b>3.00</b>	<b>2.81</b>
3	Kemanfaatan	15	4	3	3	4	3.33
		16	4	3	3	4	3.33
		17	4	3	3	4	3.33
		18	4	3	3	3	3.00
		19	4	3	3	4	3.33
		20	4	3	3	4	3.33
	<b>Jumlah</b>		<b>24</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>23</b>	<b>19.67</b>
	<b>Rata-rata</b>		<b>4</b>	<b>3.00</b>	<b>3</b>	<b>3.83</b>	<b>3.28</b>

Tabel 23. Persentase Hasil Uji Validasi Ahli Materi

No.	Aspek Penilaian	Rerata Skor	$\Sigma$ Hasil Skor	$\Sigma$ Skor Max	Persentase (%)
1	Tampilan	3.52	24.67	28	88.11
2	Teknis	2.81	19.67	28	70.25
3	Kemanfaatan	3.28	19.67	24	81.96
<b>Persentase rata-rata</b>					<b>80.11</b>

Data dari tabel di atas dapat digambarkan dalam bentuk diagram batang seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 44. Diagram Batang Persentase Hasil Uji Validasi Ahli Media

Data penilaian ahli media pembelajaran ditinjau dari aspek kualitas tampilan mendapatkan persentase sebesar 88.11%, sedangkan ditinjau dari aspek teknis mendapatkan persentase sebesar 70.25% dan ditinjau dari aspek kemanfaatan mendapatkan persentase sebesar 81.96%. Secara keseluruhan tingkat validasi *trainer* voltmeter digital

sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial dari penilaian ahli media memperoleh persentase sebesar 80.11% sehingga masuk pada kategori layak. Meskipun termasuk kategori layak, pada evaluasi ini ahli media memberikan saran dan masukan beberapa hal yang perlu diperbaiki, sehingga peneliti tetap melakukan perbaikan produk (pernyataan validasi terlampir). Skor dan masukan ahli media dijadikan pertimbangan untuk perbaikan produk, yaitu memberi label keterangan nama *trainer*, dan melengkapi label keterangan bagian per blok dengan warna yang berbeda agar lebih jelas

## 5. Revisi Produk

Berdasarkan konsultasi dengan ahli materi dan ahli media dilakukan revisi beberapa bagian media pembelajaran guna menyempurnakan produk. Adapun bagian yang direvisi antara lain:

### 1. *Trainer* Voltmeter Digital

- a. Pemberian label tulisan judul *trainer* dengan warna



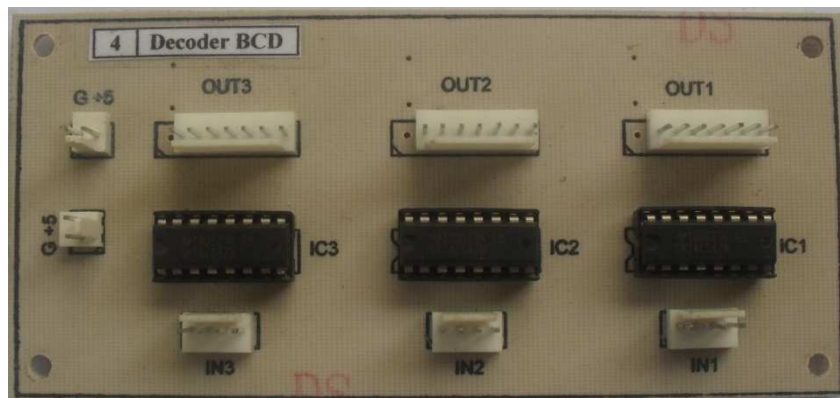
Gambar 45. Bagian Tampilan Tulisan Judul *Trainer* Sebelum Direvisi



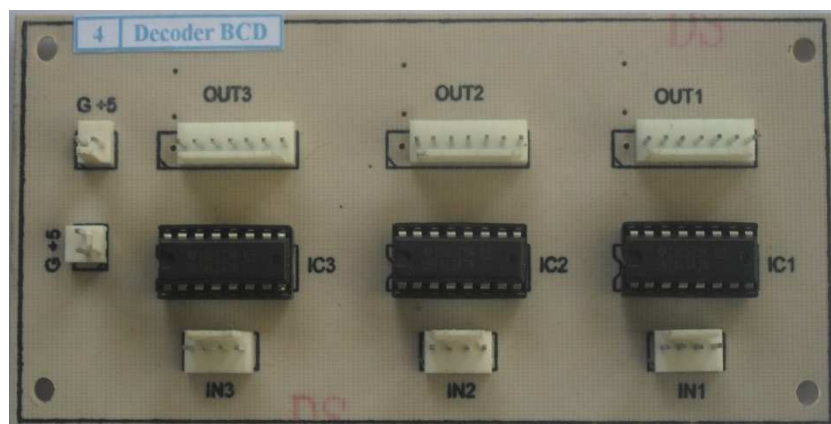


Gambar 46. Bagian Tampilan Tulisan Judul *Trainer* Setelah Direvisi

b. Pemberian nama keterangan *board trainer* dengan warna



Gambar 47. Bagian *Board Trainer* Sebelum Direvisi



Gambar 48. Bagian *Board Trainer* Setelah Direvisi

## 2. Modul *Trainer* Voltmeter Digital

Bagian modul yang direvisi adalah :

### a. Pemberian daftar isi

Modul diberi daftar isi agar memudahkan dalam penggunaan modul dan memperjelas bagian modul yang akan dipelajari.

### b. Tulisan judul kegiatan belajar ditulis dengan huruf kapital

Masing-masing tulisan judul kegiatan ditulis dengan huruf kapital dengan tujuan untuk memperjelas tiap-tiap bagian kegiatan belajar.

### c. Penyajian gambar rangkaian diperjelas

Masing-masing gambar rangkaian dalam kegiatan belajar disajikan dengan jelas dan diberi tanda panah untuk memperjelas bagian kegiatan belajar yang akan dipraktekkan.

### d. Gambar skematik rangkaian pada modul pembelajaran dibuat lebih besar.

## 6. Uji Validitas Instrument

Instrument yang akan di uji adalah instrument uji pemakaian media oleh siswa. Instrument tersebut telah dikonsultasikan kepada para ahli dan diperoleh hasil valid. Instrument tersebut akan dicobakan kepada 30 responden. Data dari 30 responden dipaparkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 24. Data Uji Validitas Instrument

No. Responden	Skor Item			Skor Total (Y)	X1	X1.Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
	X1	X2	X3					
1	3	3	3	64	3	192	9	4096
2	4	4	3	71	4	284	16	5041
3	4	3	3	70	4	280	16	4900
4	3	3	3	60	3	180	9	3600
5	3	3	3	63	3	189	9	3969
6	3	3	3	60	3	180	9	3600
7	3	3	3	63	3	189	9	3969
8	3	3	3	60	3	180	9	3600
9	3	3	3	67	3	201	9	4489
10	3	3	3	63	3	189	9	3969
11	3	4	3	66	3	198	9	4356
12	3	3	3	62	3	186	9	3844
13	4	3	3	75	4	300	16	5625
14	3	4	3	68	3	204	9	4624
15	3	3	3	62	3	186	9	3844
16	3	3	3	62	3	186	9	3844
17	3	2	3	59	3	177	9	3481
18	3	3	3	70	3	210	9	4900
19	3	4	3	68	3	204	9	4624
20	3	2	4	69	3	207	9	4761
21	3	3	3	58	3	174	9	3364
22	3	3	4	70	3	210	9	4900
23	4	3	3	67	4	268	16	4489
24	3	3	3	62	3	186	9	3844
25	3	3	3	68	3	204	9	4624
26	4	3	3	69	4	276	16	4761
27	3	3	3	66	3	198	9	4356
28	3	3	3	60	3	180	9	3600
29	4	4	3	73	4	292	16	5329
30	3	4	4	72	3	216	9	5184
<b>Jumlah</b>	<b>96</b>	<b>94</b>	<b>93</b>	<b>1967</b>	<b>96</b>	<b>6326</b>	<b>312</b>	<b>129587</b>

Selanjutnya untuk mengetahui setiap butir instrument tersebut valid atau tidak dapat diketahui dengan cara mengkorelasikan antara skor butir dan skor total (Y). Langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}$$

$$r_{xy} = \frac{(30 \times 6326) - (96 \times 1967)}{\sqrt{\{(30 \times 312) - (96)^2\} \{(30 \times 129587) - (1967)^2\}}}$$

$$r_{xy} = 0.58$$

Perhitungan diatas merupakan korelasi skor butir 1 dengan skor total 0.58.

Untuk proses perhitungan korelasi skor butir selanjutnya dapat dilakukan dengan rumus diatas. Dibawah ini tabel hasil analisis item

Tabel 25. Hasil Analisis Item Instrument

No. Butir Istrumen	Koefisien Korelasi	Keterangan
1	0.58	Valid
2	0.41	Valid
3	0.35	Valid
4	0.49	Valid
5	0.56	Valid
6	0.55	Valid
7	0.67	Valid
8	0.76	Valid
9	0.75	Valid
10	0.61	Valid
11	0.34	Valid
12	0.60	Valid
13	0.32	Valid
14	0.50	Valid
15	0.52	Valid
16	0.35	Valid
17	0.39	Valid
18	0.51	Valid
19	0.51	Valid
20	0.64	Valid

Dari tabel diatas dapat dibaca bahwa, korelasi antara skor butir 1 dengan skor total 0.58 antara butir 2 dengan skor total 0.41 dan seterusnya. Korelasi yang digunakan adakah korelasi *Pearson Moment*.

Seperti yang dikemukakan bahwa, bila koefisien korelasi sama dengan 0.3 atau lebih (paling kecil 0.3), maka butir instrument tersebut dikatakan valid. Dari uji coba tersebut ternyata koefisien semua butir dengan skor di atas 0.3, sehingga semua butir instrument tersebut dinyatakan valid.

## **7. Uji Reliabilitas Instrument**

Pengujian reliabilitas instrument dilakukan dengan *internal consistency* dengan Teknik Belah Dua (*split half*) yang dianalisis dengan rumus *Sperman Brown*. Untuk keperluan itu maka butir-butir instrument dibelah menjadi dua kelompok, yaitu instrument ganjil dan genap. Dibawah ini data dari pembagian kelompok instrument ganjil dan genap.

Tabel 26. Data Skor Item Ganjil dan Genap

Responden	Skor Item Ganjil (X)	Skor Item Genap (Y)	XY	X <sup>2</sup>
1	31	33	1023	961
2	34	37	1258	1156
3	33	37	1221	1089
4	30	30	900	900
5	31	32	992	961
6	30	30	900	900
7	31	32	992	961
8	30	30	900	900
9	31	36	1116	961
10	31	32	992	961
11	32	34	1088	1024
12	30	32	960	900
13	37	38	1406	1369
14	32	36	1152	1024
15	30	32	960	900
16	30	32	960	900
17	30	29	870	900
18	34	36	1224	1156
19	32	36	1152	1024
20	34	35	1190	1156
21	28	30	840	784
22	34	36	1224	1156
23	33	34	1122	1089
24	30	32	960	900
25	31	37	1147	961
26	34	35	1190	1156
27	32	34	1088	1024
28	30	30	900	900
29	35	38	1330	1225
30	35	37	1295	1225
Jumlah	955	1012	32352	30523

Langkah selanjutnya adalah mencari korelasi antara kelompok ganjil dan genap. Langkah untuk mencari korelasinya adalah seperti dibawah ini.

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}$$

$$r_{xy} = \frac{(30 \times 32352) - (955 \times 1012)}{\sqrt{\{(30 \times 30523) - (955)^2\} \{(30 \times 34360) - (1012)^2\}}}$$

$$r_{xy} = 0.83$$

Koefisien korelasi tersebut kemudian dimasukkan dalam rumus *Spearman Brown*. Langkah perhitungannya sebagai berikut :

$$r_i = \frac{2rb}{1 + rb}$$

$$r_i = \frac{2 \times 0.83}{1 + 0.83}$$

$$r_i = 0.91$$

Dari perhitungan diatas didapatkan koefisien korelasi 0.83. Sehingga dapat dihitung besar reliabilitas instrumen adalah 0.91. Nilai batas minimal instrument yang reliabel adalah 0.7. Dengan demikian instrument ini memiliki reliabilitas yang sangat tinggi.

## 8. Hasil Uji Pemakaian Media Pembelajaran oleh Siswa

Uji coba pemakaian produk dilakukan pada siswa kelas XI dengan Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video di SMK N 2 Yogyakarta. Jumlah responden yang mengikuti uji coba ini adalah sebanyak 35 siswa. Proses uji coba dengan menyuruh seluruh siswa untuk menggunakan media pembelajaran ini dengan melakukan percobaan sesuai petunjuk yang ada dalam modul. Penilaian ditinjau dari empat aspek yaitu aspek

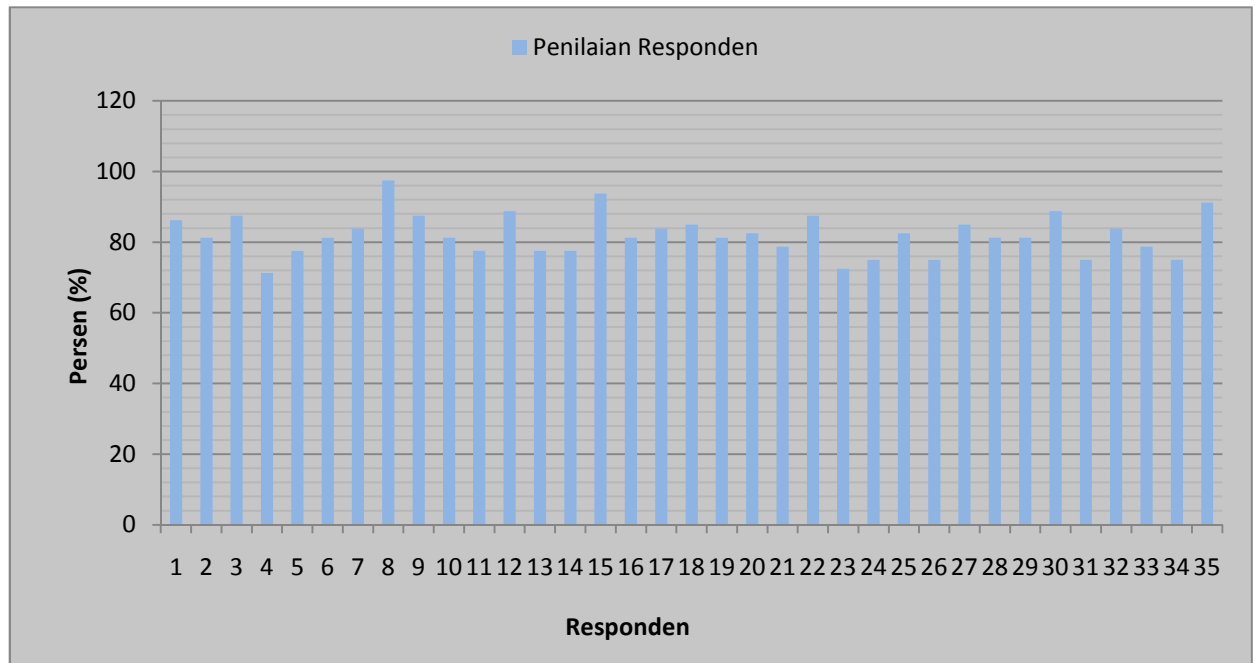
kualitas isi dan tujuan, aspek tampilan, aspek kualitas teknis dan aspek kemanfaatan. Hasil uji pemakaian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 27. Hasil Uji Pemakaian Media Pembelajaran oleh Siswa

No.	NIS	Nama	Hasil			
			Rerata	$\Sigma$ Hasil	$\Sigma$ Skor Max	Persentase (%)
1	25822	Linta Lativa Hasyi	3.45	69	80	86.25
2	25823	Marisa T	3.25	65	80	81.25
3	25824	M Arief Hermawan	3.50	70	80	87.50
4	25826	M Ainur Rafiq	2.85	57	80	71.25
5	25827	M Alif Arnanda S A	3.10	62	80	77.50
6	25828	M Margada Utama	3.25	65	80	81.25
7	25829	M Tosidiq	3.35	67	80	83.75
8	25830	M Wajad H	3.90	78	80	97.50
9	25831	Mukhamad Arif B	3.50	70	80	87.50
10	25832	Nur Afandy	3.25	65	80	81.25
11	25833	Nur Pujan Widodo	3.10	62	80	77.50
12	25834	Oki Surya Pratama	3.55	71	80	88.75
13	25835	Rahmad Fajar N	3.10	62	80	77.50
14	25836	Rahmat Gusali	3.10	62	80	77.50
15	25837	Refai Putra	3.75	75	80	93.75
16	25838	Reksi Joko P	3.25	65	80	81.25
17	25839	Ridwan Yudistira	3.35	67	80	83.75
18	25840	Rizki Nur Fauzi	3.40	68	80	85.00
19	25841	Rizki Ratnasari	3.25	65	80	81.25
20	25842	Rizqi Awyaami	3.30	66	80	82.50
21	25843	Ryan Anggara	3.15	63	80	78.75
22	25844	Sari Dewi	3.50	70	80	87.50
23	25845	Septian Dwi N	2.90	58	80	72.50
24	25846	Seri Tri Utami	3.00	60	80	75.00
25	25847	Thoha Ardiansyah	3.30	66	80	82.50
26	25848	Titi Kurniasih	3.00	60	80	75.00
27	25849	Tito Ary Febriyan	3.40	68	80	85.00
28	25850	Tri Hefi Juni H	3.25	65	80	81.25
29	25851	Tri Nur Apriyani	3.25	65	80	81.25
30	25852	Veric Misdyan P	3.55	71	80	88.75
31	25853	Vivin Anggraeni	3.00	60	80	75.00
32	25854	Wendra Fitrianto	3.35	67	80	83.75
33	25855	Wendy Oktianto	3.15	63	80	78.75
34	25856	Widya Via Astuti	3.00	60	80	75.00
35	25857	Yanuar Prihantoro	3.65	73	80	91.25
Rata-rata			3.29	66	80	82.14



Data di atas dapat diwujudkan dalam bentuk diagram batang sebagai berikut:



Gambar 49. Diagram Batang Persentase Hasil Uji Pemakaian oleh Siswa

Dari hasil uji coba yang dilakukan kepada 35 siswa pada tahap evaluasi lapangan terhadap *trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial dapat diperoleh data bahwa persentase rata-rata keseluruhan dari penilaian media pembelajaran ini sebesar 82.14%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran ini layak digunakan.

## 9. Revisi Produk ke-2

Setelah uji coba penggunaan media pembelajaran oleh siswa SMK N 2 Yogyakarta tidak ada perubahan terhadap produk, baik dari *trainer* ataupun modul. Dengan demikian *trainer* dan modul ini layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial.

## **B. Pembahasan**

Pembahasan pada penelitian ditujukan pada permasalahan yang diangkat dalam rumusan masalah. Permasalahan itu selanjutnya dibahas satu per satu sesuai dengan hasil data yang telah diperoleh selama penelitian. Berikut ini penjelasan pembahasan masing-masing poin yang diangkat dalam rumusan masalah pada penelitian ini.

### **1. Bagaimana merancang *trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial pada Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video di SMK N 2 Yogyakarta?**

Berdasarkan hasil perancangan dan saran-saran dari ahli materi serta ahli media pembelajaran dikembangkan melalui dua tahap, yaitu tahap perancangan modul pembelajaran dan perancangan *trainer*.

Modul pembelajaran dirancang sesuai dengan standar kompetensi mata pelajaran teknik kontrol yaitu menguasai teknik digital sekuensial . Modul dikembangkan sesuai dengan deskripsi kompetensi. Modul terdiri dari empat bagian yaitu : bagian 1 memuat deskripsi judul, petunjuk penggunaan modul, tujuan umum dan kompetensi. Bagian 2 memuat rencana belajar siswa dan kegiatan belajar yang meliputi tujuan khusus, uraian materi, rangkuman, tugas dan lembar kerja praktik. Bagian 3 memuat pertanyaan evaluasi, kunci jawaban dan kriteria penilaian. Bagian 4 memuat penutup.

*Trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran dirancang berdasarkan kebutuhan pembelajaran teknik digital sekuensial yang

terdapat pada modul. *Trainer* ini dibuat dalam bentuk *board-board* yang terpisah. *Board trainer* voltmeter digital terdiri dari : *board* rangkaian pembangkit pulsa, rangkaian pengontrol masukan pulsa, rangkaian pencacah decimal dan hexa, rangkaian decoder ke 7-segmen, rangkaian penampil, rangkaian *overflow*, rangkaian konverter DAC, rangkaian  $V_{ref}$ , rangkaian komparator pembandingan, rangkaian selektor, dan rangkaian catu daya.

## **2. Bagaimana unjuk kerja dari *trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial pada Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video di SMK N 2 Yogyakarta?**

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada *trainer* sebagai media pembelajaran maka diperoleh uraian unjuk kerja dari setiap komponen penyusun pada media pembelajaran

Unjuk kerja dari setiap bagian yang terdapat pada media pembelajaran adalah sebagai berikut:

### **a. Bagian 1. Pembangkit Pulsa**

Pembangkit pulsa menggunakan astabil multivibrator untuk menghasilkan gelombang kotak yang akan digunakan untuk memberikan pulsa masukan ke pencacah. Dalam *trainer* ini dibuat untuk menghasilkan frekuensi rendah dan tinggi. Frekuensi rendah menghasilkan frekuensi 100 Hz sedangkan untuk frekuensi tinggi menghasilkan frekuensi sebesar 1190 Hz.

b. Bagian 2. Pengontrol Masukan Pulsa

Rangkaian pengontrol masukan pulsa ini menggunakan gerbang AND. Rangkaian pengontrol masukan pulsa ini akan mencacah saat kondisi semua inputnya *high* dengan kata lain input A dan B sama-sama berlogika 1 dan akan berhenti mencacah saat salah satu atau semua inputnya berlogika 0.

c. Bagian 3. Pencacah Desimal

Pencacah desimal ini akan melakukan pencacahan mulai dari 0000 sampai 1001. Pencacah decimal yang digunakan dalam trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran ini menggunakan 3 buah IC pencacah desimal yaitu IC 7490. Perubahan bit pada kondisi awal ke bit berikutnya terjadi pada saat pulsa masukan berada pada transisi logika tinggi ke rendah. Pencacahan akan berjalan normal bila input reset berada pada kondisi logika rendah (0 V).

d. Bagian 4. Pencacah Hexa

Pencacah hexa ini akan melakukan pencacahan mulai dari 0000 sampai 1111. Pencacah hexa yang digunakan dalam trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran ini menggunakan 2 buah IC pencacah hexa yaitu IC 7493. Perubahan bit pada kondisi awal ke bit berikutnya terjadi pada saat pulsa masukan berada pada transisi logika tinggi ke rendah. Pencacahan akan berjalan normal bila input reset IC pencacah berada pada kondisi logika rendah (0 V).

e. Rangkaian *decoder/driver* BCD ke 7 segment

Rangkaian *decoder* BCD ke 7 segment ini berfungsi untuk merubah data hasil pencacahan yang berupa kode biner menjadi kode desimal yang akan ditampilkan oleh LED *seven segment*. Rangkaian *decoder* BCD ke 7 segment ini menggunakan 3 buah IC 7447. Dari hasil pengamatan yang dilakukan didapatkan data yang sesuai dengan harapan, yaitu ditandai dengan masukan dalam kode BCD yang sesuai dengan nilai desimalnya didapatkan nilai decimal yang sama

f. Display 7 segment

Rangkaian display ini berfungsi untuk menampilkan hasil cacahan dan pengukuran dari voltmeter digital. Penampil ini menggunakan 3 buah 7 segment.

g. Overflow

Rangkaian overflow ini berfungsi berfungsi untuk mengetahui jika pengukuran melebihi batas maksimal pengukuran. Rangkaian ini menggunakan gerbang AND yang difungsikan sebagai modulus. Rangkaian ini akan berfungsi saat pencacah menghitung melebihi 220.

h. Rangkaian DAC 8 bit

Rangkaian DAC ini bekerja untuk mengubah kode biner yang masuk pada input rangkaian menjadi tegangan analog. Besarnya tegangan yang terukur sesuai dengan  $V_{ref}$  yang digunakan. Untuk  $V_{ref}$  10 V maka tegangan maksimal yang didapat adalah 10 V, kenaikan per 1 bitnya yaitu  $V_{ref} / 255 = 0,039 \text{ V}$ , Dari hasil pengukuran dan

pengamatan dengan menggunakan  $V_{ref}$  10 V didapat tegangan maksimal sebesar 9,96 V.

i. Rangkaian Komparator

Rangkaian komparator ini bekerja dengan membandingkan antara tegangan inputan dengan tegangan referensinya. Tegangan inputan didapat dari tegangan yang akan diukur sedangkan tegangan referensinya adalah hasil dari konversi dari rangkaian DAC. Bila  $V_{in} > V_{ref}$  maka output akan berlogika tinggi sedangkan bila  $V_{in} < V_{ref}$  maka outputnya akan rendah

j. Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catudaya ini bekerja menggunakan tegangan masukan sebesar 220 VAC 50Hz. Sehingga rangkaian catu daya ini berfungsi untuk menurunkan dan menyearahkan tegangan 220 VAC 50Hz menjadi tegangan 5 VDC, 10 VDC dan 15 VDC simetris. Data hasil pengukuran tercantum dalam Tabel 12 dan 13. Berdasarkan data tersebut, hasil pengukuran tegangan masukan sebesar 220 VAC dan tegangan keluaran regulator 5 V simetris sebesar 4,96 V saat kondisi terbuka dan saat kondisi tertutup sebesar 4,95 V . Untuk tegangan keluaran regulator 10 V simetris sebesar 9,98 V saat kondisi terbuka dan saat kondisi tertutup sebesar 9,96 V. Sedangkan tegangan keluaran regulator 15 V simetris untuk tegangan positifnya sebesar 15 V saat kondisi terbuka dan saat kondisi tertutup sebesar 14,96 dan untuk tegangan negatifnya sebesar -15 V saat kondisi terbuka dan saat kondisi

tertutup sebesar -14,90 V. Tegangan tersebut sudah memenuhi kebutuhan untuk kinerja masing-masing rangkaian. Rangkaian pembangkit pulsa, rangkaian pengontrol masukan pulsa, rangkaian pencacah, rangkaian *display*, rangkaian *overflow*, rangkaian DAC membutuhkan tegangan kerja kurang lebih 5V dan Vref membutuhkan tegangan kurang lebih 10 V sedangkan rangkaian komparator membutuhkan tegangan kerja simetris kurang lebih 15 V dan -15 V. Untuk mengoperasikan trainer voltmeter dengan menggunakan tegangan seperti yang didapat pada Tabel 25 dan 26 rangkaian trainer voltmeter sudah dapat bekerja dengan baik.

### **3. Bagaimana tingkat kelayakan dari *trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial pada Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video di SMK N 2 Yogyakarta?**

Untuk mendapatkan data tingkat kelayakan media pembelajaran dilakukan konsultasi dengan cara *Expert Judgment* dengan para ahli bidang yang meliputi ahli materi dan ahli media pembelajaran. Tujuan dari *Expert Judgment* adalah untuk mendapatkan validasi dan saran sehingga diperoleh tingkat kelayakan media pembelajaran. Instrumen untuk ahli materi pembelajaran digunakan untuk mengetahui tingkat validasi isi (*content validity*), sedangkan instrumen untuk ahli media pembelajaran untuk mengetahui tingkat validasi konstruk (*construct validity*).

Tingkat validasi kelayakan media yang diinginkan menggunakan penilaian/skor 1 sampai 4. Hasil penilaian dari ahli materi pembelajaran

dan ahli media pembelajaran diubah dalam bentuk persentase. Sesuai dengan kategori yang ditetapkan sebelumnya. Hasil uji validasi media pembelajaran adalah sebagai berikut:

**a. Validasi Isi (*Content Validity*)**

Uji validasi isi dibagi menjadi dua aspek penilaian yaitu kualitas isi (materi) dan kemanfaatan. Berdasarkan hasil penelitian perolehan persentase dari aspek kualitas isi mendapatkan persentase sebesar 85.13%, dan ditinjau dari aspek kemanfaatan mendapatkan persentase sebesar 91.69%. Secara keseluruhan tingkat validasi *Trainer Voltmeter Digital* sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial dari penilaian ahli materi memperoleh persentase sebesar 88.41%. Sehingga tingkat validasi isi *trainer voltmeter digital* sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial pada Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video di SMKN 2 Yogyakarta dikategorikan **layak**.

**b. Validasi Konstruk (*Construct Validity*)**

Tingkat validasi konstruk yang diperoleh dari hasil penilaian ahli media pembelajaran ditinjau dari kualitas tampilan mendapatkan persentase sebesar 88.11%, sedangkan ditinjau dari aspek teknis mendapatkan persentase sebesar 70.25% dan ditinjau dari aspek kemanfaatan mendapatkan persentase sebesar 81.96%. Secara keseluruhan tingkat validasi *Trainer Voltmeter Digital* sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial dari penilaian ahli media memperoleh persentase sebesar 87.5%. Sehingga tingkat validasi



konstruk *trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial pada Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video di SMKN 2 Yogyakarta dikategorikan **layak**.

c. Validasi ujicoba pemakaian

Tingkat validasi dari hasil uji pemakaian dan penilaian oleh siswa kelas XI dengan Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video di SMKN 2 Yogyakarta, *trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran mendapat persentase sebesar 82,14%. Sehingga tingkat validasi dari media pembelajaran ini termasuk dalam kategori **layak**.

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### A. Simpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Desain *trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial terdiri dari *trainer* dan modul pembelajaran. Pada modul ini terdapat enam macam kegiatan belajar yang meliputi Pembangkit Pulsa, Pencacah Desimal menggunakan IC 7490, Pencacah Hexa menggunakan IC 7493, *Decoder* BCD ke 7 *Segment*, *Display* 7 *segment*, Rangkaian DAC. *Trainer* dirancang dalam bentuk *board-board* yang terpisah terdiri dari *board* pembangkit pulsa, pengontrol masukan pulsa, pencacah desimal, pencacah hexa, *decoder* BCD ke 7 *segment*, *display* 7 *segment*, *overflow*, DAC, komparator, selektor dan catudaya.
2. Unjuk kerja *trainer* voltmeter digital sudah sesuai dengan tujuannya sebagai media pembelajaran teknik digital sekuensial. Hasil pengujian dari masing-masing *board* rangkaian adalah sebagai berikut: Rangkaian pembangkit pulsa menghasilkan frekuensi sebesar 100 Hz untuk frekuensi rendahnya dan 1190 Hz untuk frekuensi tingginya. Pencacah desimal dapat melakukan cacahan mulai dari 0 sampai 999. Pencacah hexa dapat menghitung mulai dari 0 sampai 255. *Decoder* BCD ke 7 *segment* dapat merubah data hasil pencacahan yang berupa kode biner menjadi kode desimal yang akan ditampilkan oleh LED 7 *segment*. *Display* 7 *segment* dapat menampilkan hasil dari pencacah desimal dan hasil pengukuran dari

voltmeter digital. Rangkaian DAC dapat mengubah kode biner yang masuk pada input rangkaian menjadi tegangan analog dengan tegangan maksimal sebesar 10 V. Sedangkan saat difungsikan sebagai alat ukur voltmeter mempunyai batas maksimal pengukuran sampai 220 VAC maupun VDC. Apabila hasil pengukuran melebihi dari 220 V maka akan *overflow*. Hasil pengujian trainer voltmeter digital dibandingkan dengan voltmeter standart UT 60 E untuk pengukuran tegangan AC mempunyai kesalahan sebesar 0,45% dan untuk pengukuran tegangan DC mempunyai kesalahan sebesar 0,79%.

3. Tingkat kelayakan penggunaan *trainer* voltmeter digital berasal dari uji validasi isi (*content validity*), validasi konstruk (*construct validity*) dan uji pemakaian. Validasi isi oleh ahli materi pembelajaran memperoleh tingkat validitas dengan persentase 88.41% dengan kategori layak. Sedangkan validasi konstruk oleh ahli media pembelajaran memperoleh tingkat validitas dengan persentase 80.11% dengan kategori layak. Sedangkan dalam uji pemakaian oleh siswa di SMK N 2 Yogyakarta mendapatkan validitas sebesar 82,14% dengan kategori layak.

## **B. Keterbatasan**

*Trainer* voltmeter digital sebagai media pembelajaran yang dibuat masih mempunyai beberapa keterbatasan antara lain :

1. Simbol dan komponen pada *trainer* voltmeter digital belum dikasih kode yang berbeda untuk masing-masing *board* rangkaian, sehingga masih sedikit rancu.

2. Tampilan *trainer* voltmeter ini belum dilengkapi dengan *range* pembacaan digit di belakang koma.

### C. Saran

Penulis mengakui terdapat kekurangan dalam media yang dibuat ini, maka penulis memberikan saran untuk pengembangan lebih lanjut :

1. Simbol dan komponen pada *trainer* voltmeter digital dikasih kode yang berbeda untuk masing-masing *board* rangkaian, sehingga memudahkan pembacaan.
2. Mengembangkan *project board* rangkaian DAC dan batas ukur agar dapat digunakan untuk melakukan pengukuran yang lebih teliti dengan jangkauan *range* pengukuran yang lebih luas
3. Ditambahkan test poin serta keterangan mengenai *trouble shooting* trainer.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aji Setiawan. (2011). *Line Follower Robot Sebagai Media Pembelajaran Pada Study Club Robotika Di SMK N 3 Yogyakarta*. Skripsi. Yogyakarta: UNY.
- Anas Sudijono. (1998). *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT. RajaGrafindo.
- Anderson, R. H. (1994). *Pemilihan dan Pengembangan Media untuk Pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Azhar Arsyad. (2011). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Hasbullah. (1999). *Dasar-Dasar Ilmu Pendidikan*. Jakarta: PT. RajaGrafindo.
- Indriyanti, N.Y. dan Susilowati, E. (2010). *Pengembangan Modul*. Surakarta: Tim Pengabdian Kepada Masyarakat.
- H.M. Chabib Thoha. (1996). *Teknik Evaluasi Pendidikan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Kustandi, Cecep dan Sutjipto, Bambang. (2011). *Media Pembelajaran Manual dan Digital*. Bogor: Ghalia.
- Machmut Muttaqin. (2010). *Microcontroller Education Board Sebagai Media Pembelajaran Pemrograman Mikrokontrol Berbasis Kompetensi untuk Mata Pelajaran Teknik Kontrol Pada Jurusan Elektronika SMK Negeri 2 Yogyakarta*. Skripsi. Yogyakarta: UNY.
- Mursahit. (2002). *Efektifitas Penggunaan Trainer TV Warna Dalam Pembelajaran Praktikum Sistem Pesawat Penerima Televisi Warna Untuk Siswa SMK*. Skripsi. Yogyakarta: UNY.
- Oemar Hamalik. (1986). *Media Pendidikan*. Bandung: Alumni.
- Sadiman, A. S. (2009). *Media Pendidikan*. Jakarta: PT Raja Grafindo.
- Slameto. (2003). *Belajar dan Faktor-faktor yang Memengaruhinya*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukmadinata, N. S. (2006). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

- Sugihartono, dkk. (2007). *Psikologi Pendidikan*. Yogyakarta: UNY Press.
- Sudjana, N. dan Rivai, A. (1990). *Media Pengajaran*. Bandung: C.V. Sinar Baru Bandung.
- Suharsimi Arikunto. (2009). *Manajemen Penelitian*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Syaiful Sagala. (2010). *Konsep & Makna Pembelajaran: untuk Membantu Memecahkan Problematika Belajar dan Mengajar*. Bandung: Alfabeta.
- Tim Penyusun Kamus Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa. (1989). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Tooley, Mike (2002). *Rangkaian Elektronik Prinsip dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga.
- Wasito, S. (1985). *Teknik Ukur dan Piranti Ukur Elektronik*. Jakarta: Multi Media Gramedia Group.

LAMPIRAN

## Lampiran 1. Surat Menyurat

1. SK Skripsi
2. Surat Permohonan Ijin Penelitian Fak. Teknik UNY
3. Surat Ijin Penelitian SETDA Propinsi
4. Surat Ijin Penelitian Dinas Perijinan Kota Yogyakarta



**KEPUTUSAN DEKAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
NOMOR : 190/ELK/Q-I/X/2012  
TENTANG  
PENGANGKATAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR SKRIPSI  
BAGI MAHASISWA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**DEKAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

- Menimbang : 1. Bahwa sehubungan dengan telah dipenuhi syarat untuk penulisan Tugas Akhir Skripsi bagi mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, perlu diangkat pembimbing.  
2. Bahwa untuk keperluan dimaksud perlu ditetapkan dengan Keputusan Dekan.
- Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 tahun 2003.  
2. Peraturan Pemerintah RI Nomor 60 tahun 1999.  
3. Keputusan Presiden RI: a. Nomor 93 tahun 1999; b. 305/M tahun 1999.  
4. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI: Nomor 274/O/1999.  
5. Keputusan Mendiknas RI Nomor 003/O/2001.  
6. Keputusan Rektor UNY Nomor : 1160/UN34/KP/2011.

**MEMUTUSKAN**

**Menetapkan**

Pertama : Mengangkat Pembimbing Tugas Akhir Skripsi bagi mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta sebagai berikut :

- |                   |   |
|-------------------|---|
| Nama Pembimbing   | : Drs. Abdul Halim Surawi                                       |
| Bagi mahasiswa    | :   |
| Nama/No.Mahasiswa | : <b>Endri Sujatmiko / 08502241016</b>                          |
| Jurusan/Prodi     | : Pendidikan Teknik Elektronika / Pendidikan Teknik Elektronika |
- Kedua : Dosen pembimbing disertai tugas membimbing penulisan Tugas Akhir Skripsi sesuai dengan Pedoman Tugas Akhir Skripsi.
- Ketiga : Keputusan ini berlaku sejak ditetapkan
- Keempat : Segala sesuatu akan diubah dan dibetulkan sebagaimana mestinya apabila di kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam Keputusan ini.

Ditetapkan : di Yogyakarta  
Pada tanggal : 19 Oktober 2012  
Dekan



*[Signature]*  
Dr. Moch. Bruri Triyono  
NIP. 19560216 198603 1 003

**Tembusan Yth :**

1. Wakil Dekan II, FT UNY
2. Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
3. Kasub. Bag. Pendidikan FT UNY
4. Yang bersangkutan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta, 55281  
Telp. (0274) 586168 psw. 276,289,292 (0274) 586734 Fax. (0274) 586734  
website : <http://ft.uny.ac.id> e-mail: [ft@uny.ac.id](mailto:ft@uny.ac.id) ; [teknik@uny.ac.id](mailto:teknik@uny.ac.id)



Certificate No. QSC #0592

Nomor : 3496/UN34.15/PL/2012  
Lamp. : 1 (satu) bendel  
Hal : Permohonan Ijin Penelitian

19 Nopember 2012

Yth.

1. Gubernur Provinsi DIY c.q. Ka. Biro Administrasi Pembangunan Setda Provinsi DIY
2. Walikota Yogyakarta c.q. Kepala Dinas Perijinan Kota Yogyakarta
3. Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda dan Olahraga Propinsi DIY
4. Kepala Dinas Pendidikan Kota Yogyakarta
5. Kepala SMK Negeri 2 Yogyakarta

Dalam rangka pelaksanaan Skripsi kami mohon dengan hormat bantuan Saudara memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian dengan judul "TRAINER VOLTMETER DIGITAL SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN UNTUK MATA PELAJARAN TEKNIK KONTROL DIGITAL SEKUENSIAL PADA JURUSAN TEKNIK AUDIO VIDEO DI SMKN 2 YOGYAKARTA", bagi mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta tersebut di bawah ini:

No.	Nama	NIM	Jurusan/Prodi	Lokasi Penelitian
1	Endri Sujatmiko	08502241016	Pend. Teknik Elektronika - S1	SMK NEGERI 2 YOGYAKARTA

Dosen Pembimbing/Dosen Pengampu : Drs. H. Abdul Halim Sunawi  
NIP : 19490919 194803 1 001

Adapun pelaksanaan penelitian dilakukan mulai tanggal 19 Nopember 2012 sampai dengan selesai.

Demikian permohonan ini, atas bantuan dan kerjasama yang baik selama ini, kami mengucapkan terima kasih.

Dekan,  
Ketua Dekan I,  


Sunaryo Soenarto  
NIP 19580630 198601 1 001

Tembusan:  
Ketua Jurusan

08502241016 No. 1502



**PEMERINTAH PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
SEKRETARIAT DAERAH**

Kompleks Kepatihan, Danurejan, Telepon (0274) 562811 - 562814 (Hunting)  
YOGYAKARTA 55213

**SURAT KETERANGAN / IJIN**

070/9276/V/12/2012

Membaca Surat : Dekan Fak. Teknik UNY

Nomor : 3496/UN34.15/PL/2012

Tanggal : 19 Desember 2012

Perihal : Ijin Penelitian

Mengingat : 1. Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 2006, tentang Perizinan bagi Perguruan Tinggi Asing, Lembaga Penelitian dan Pengembangan Asing, Badan Usaha Asing dan Orang Asing dalam melakukan Kegiatan Penelitian dan Pengembangan di Indonesia;  
2. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 33 Tahun 2007, tentang Pedoman penyelenggaraan Penelitian dan Pengembangan di Lingkungan Departemen Dalam Negeri dan Pemerintah Daerah;  
3. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 37 Tahun 2008, tentang Rincian Tugas dan Fungsi Satuan Organisasi di Lingkungan Sekretariat Daerah dan Sekretariat Dewan Perwakilan Rakyat Daerah.  
4. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 18 Tahun 2009 tentang Pedoman Pelayanan Perizinan, Rekomendasi Pelaksanaan Survei, Penelitian, Pendataan, Pengembangan, Pengkajian, dan Studi Lapangan di Daerah Istimewa Yogyakarta.

DIIJINKAN untuk melakukan kegiatan survei/penelitian/pendataan/pengembangan/pengkajian/studi lapangan kepada:

Nama : ENDRI SUJATMIKO

NIP/NIM : 08502241016

Alamat : KARANGMALANG YK

Judul : TRAINER VOLTMETER DIGITAL SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN UNTUK MATA PELAJARAN TEKNIK KONTROL DIGITAL SEKUENSIAL PADA JURUSAN TEKNIK AUDIO VIDEO DI SMKN 2 YOGYAKARTA.

Lokasi : kota yogyakarta Kota/Kab. KOTA YOGYAKARTA

Waktu : 04 Desember 2012 s/d 04 Maret 2013

**Dengan Ketentuan**

1. Menyerahkan surat keterangan/ijin survei/penelitian/pendataan/pengembangan/pengkajian/studi lapangan \*) dari Pemerintah Provinsi DIY kepada Bupati/Walikota melalui institusi yang berwenang mengeluarkan ijin dimaksud;
2. Menyerahkan soft copy hasil penelitiannya baik kepada Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta melalui Biro Administrasi Pembangunan Setda Provinsi DIY dalam compact disk (CD) maupun mengunggah (upload) melalui website [adbang.jogjaprov.go.id](http://adbang.jogjaprov.go.id) dan menunjukkan cetakan asli yang sudah disahkan dan dibubuhi cap institusi;
3. Ijin ini hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah, dan pemegang ijin wajib mentaati ketentuan yang berlaku di lokasi kegiatan;
4. Ijin penelitian dapat diperpanjang maksimal 2 (dua) kali dengan menunjukkan surat ini kembali sebelum berakhir waktunya setelah mengajukan perpanjangan melalui website [adbang.jogjaprov.go.id](http://adbang.jogjaprov.go.id);
5. Ijin yang diberikan dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila pemegang ijin ini tidak memenuhi ketentuan yang berlaku.

Dikeluarkan di Yogyakarta

Pada tanggal 04 Desember 2012

A.n Sekretaris Daerah

Asisten Perekonomian dan Pembangunan

Ub.

Kepala Biro Administrasi Pembangunan



**Tembusan :**

1. Yth. Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta (sebagai laporan);
2. Walikota Yogyakarta cq. Dinas Perizinan
3. Ka. Dinas Pendidikan Pemuda dan Olahraga DIY
4. Dekan Fak. Teknik UNY
5. Yang Bersangkutan



## Lampiran 2. Instrumen Penelitian

1. Lembar Instrumen Validasi Ahli Materi
2. Lembar Instrumen Validasi Ahli Media
3. Lembar Instrumen Pemakaian Media Pembelajaran Oleh Siswa
4. Lembar Pernyataan Judgment Instrumen Penelitian
5. Data Hasil Uji Validasi Ahli Materi
6. Data Hasil Uji Validasi Ahli Media
7. Data Hasil Uji Pemakaian Oleh Siswa
8. Daftar Siswa Uji Pemakaian Media Pembelajaran

**LEMBAR EVALUASI**  
**TRAINER VOLTMETER DIGITAL**  
**SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TEKNIK DIGITAL SEKUENSIAL**  
**OLEH AHLI MATERI**

Materi : Teknik Digital Sekuensial  
Sasaran : Siswa Kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video  
SMKN 2 Yogyakarta.  
Judul Penelitian : Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran  
Teknik Digital Sekuensial.  
Peneliti : Endri Sujatmiko  
Evaluator : .....  
Pekerjaan/Jabatan : .....

**Deskripsi**

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran yang merupakan kesatuan antara trainer dan modul materi. Media ini digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung kegiatan praktikum pada mata pelajaran Teknik Kontrol dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial. Sehubungan dengan hal tersebut, Bapak/Ibu sebagai Ahli Materi dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar/saran terhadap trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran ini.

**Petunjuk**

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh Ahli Materi.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari aspek kualitas isi, dan kemanfaatan.
3. Pada rentangan tanggapan terdapat 4 (empat) tingkatan.
4. Berilah tanda (√) pada kolom yang sesuai dengan pendapat ahli materi terhadap setiap pernyataan tentang Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran Teknik Digital Sekuensial.
5. Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus SMKN 2 Yogyakarta untuk Standar Kompetensi Teknik Digital Sekuensial.

6. Terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

**Contoh:**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
1.	Materi yang ada pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sesuai dengan silabus yang ada pada program keahlian Teknik Audio Video di SMKN 2 Yogyakarta.	√			

Keterangan:

SS : Sangat Setuju

S : Setuju

TS : Tidak Setuju

STS : Sangat Tidak Setuju

**Aspek Penilaian**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Aspek Kualitas Isi dan Tujuan (materi)					
1.	Materi yang ada pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sesuai dengan silabus yang ada pada program keahlian Teknik Audio Video di SMKN 2 Yogyakarta.				
2.	Materi yang disampaikan dalam modul pembelajaran ini sudah sesuai untuk digunakan dalam Mata Pelajaran Teknik Kontrol dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial				

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
3.	Materi yang disampaikan dalam modul pembelajaran ini sudah sesuai dengan trainer yang dibuat				
4.	Tujuan pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sudah tepat dengan silabus				
5.	Tujuan pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mudah dimengerti oleh siswa				
6.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini memiliki relevansi yang tinggi dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial				
7.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini dapat menyajikan materi dengan lengkap				
8.	Materi yang disampaikan sudah sesuai dengan urutan kompetensi				
9.	Contoh soal latihan yang disajikan sudah seimbang antara pokok bahasan materi yang satu dengan yang lainnya				
10.	Materi yang terdapat pada modul dan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini diuraikan dengan jelas				
11.	Contoh soal latihan pada modul Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini diuraikan dengan jelas				

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
12.	Memuat pengetahuan sesuai dengan unit kompetensi				
13.	Memuat sikap yang jelas untuk diperagakan				
14.	Memuat keterampilan sesuai dengan unit kompetensi				
Kemanfaatan					
15.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran membantu proses pembelajaran mata pelajaran teknik kontrol dengan standar kompetensi menguasai teknik digital sekuensial				
16.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran memberikan kesempatan belajar bagi siswa				
17.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran memudahkan siswa dalam memahami materi yang disampaikan				
18.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat memberikan motivasi belajar				

**Komentar/ Saran Umum:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## **Kesimpulan**

Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran untuk Mata Pelajaran Teknik Digital Sekuensial pada Jurusan Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta dinyatakan :

- ☐ Dapat digunakan tanpa perbaikan
- ☐ Dapat digunakan dengan perbaikan
- ☐ Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, Desember 2012

Ahli Materi

.....

NIP. ....

**LEMBAR EVALUASI**  
**TRAINER VOLTMETER DIGITAL**  
**SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TEKNIK DIGITAL SEKUENSIAL**  
**OLEH AHLI MEDIA**

Materi : Teknik Digital Sekuensial  
Sasaran : Siswa Kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video  
SMKN 2 Yogyakarta.  
Judul Penelitian : Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran  
Teknik Digital Sekuensial.  
Peneliti : Endri Sujatmiko  
Evaluator : .....  
Pekerjaan/Jabatan : .....

**Deskripsi**

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran yang merupakan kesatuan antara trainer dan modul materi. Media ini digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung kegiatan praktikum pada mata pelajaran Teknik Kontrol dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial. Sehubungan dengan hal tersebut, Bapak/Ibu sebagai Ahli Materi dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar/saran terhadap trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran ini.

**Petunjuk**

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh Ahli Media.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari aspek tampilan, teknis dan kemanfaatan.
3. Pada rentangan tanggapan terdapat 4 (empat) tingkatan.
4. Berilah tanda (√) pada kolom yang sesuai dengan pendapat ahli media terhadap setiap pernyataan tentang Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran Teknik Digital Sekuensial.

5. Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus SMKN 2 Yogyakarta untuk Standar Kompetensi Teknik Digital Sekuensial.
6. Terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

**Contoh:**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
1.	Pengaturan tata letak komponen pada trainer teratur, sehingga memudahkan dalam pemahaman materi	√			

Keterangan:

SS : Sangat Setuju

S : Setuju

TS : Tidak Setuju

STS : Sangat Tidak Setuju

**Aspek Penilaian**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Aspek Tampilan					
1.	Pengaturan tata letak komponen pada trainer teratur dan sudah sesuai sehingga memudahkan dalam pemahaman materi				
2.	Kerapian pemasangan komponen pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sudah baik				
3.	Rangkaian Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dibuat per blok sehingga mudah dipelajari				

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
4.	Penempatan tulisan berisi keterangan mengenai bagian-bagian blok pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat dibaca dengan mudah				
5.	Simbol dan nilai komponen tergambar dengan jelas sehingga memudahkan siswa dalam pembacaan				
6.	Penampil angka display 7 segment jelas dan mudah dibaca				
7.	Daya tarik tampilan trainer secara keseluruhan sudah baik				
Aspek Teknis					
8.	Media Pembelajaran Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mudah dioperasikan				
9.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini aman saat digunakan dalam pembelajaran				
10.	Petunjuk pengoperasian Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sudah benar				
11.	Instalasi penyambungan,soket pada trainer mudah disambungkan				
12.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mempunyai ketelitian yang cukup tinggi saat digunakan sebagai alat ukur tegangan AC dan DC				
13.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran mempunyai kehandalan yang baik saat digunakan				

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
14.	Unjuk kerja Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran sudah memenuhi standar kompetensi materi teknik digital sekuensial dan secara keseluruhan mempunyai unjuk kerja yang baik				
Kemanfaatan					
15.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran mempermudah proses pembelajaran				
16.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran memperjelas materi belajar yang disampaikan				
17.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran menumbuhkan motivasi belajar siswa				
18.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat menambah perhatian siswa terhadap materi				
19.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat mempermudah guru dalam menyampaikan materi				
20.	Materi yang ada pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran berhubungan dengan materi pada mata pelajaran lain				

**Komentar/ Saran Umum:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Kesimpulan**

Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran untuk Mata Pelajaran Teknik Digital Sekuensial pada Jurusan Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta dinyatakan :

- ☐ Dapat digunakan tanpa perbaikan
- ☐ Dapat digunakan dengan perbaikan
- ☐ Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, Desember 2012

Ahli Media

.....

NIP. ....

**LEMBAR EVALUASI**  
**TRAINER VOLTMETER DIGITAL**  
**SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TEKNIK DIGITAL SEKUENSIAL**  
**OLEH SISWA**

Sasaran : Siswa Kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video  
SMKN 2 Yogyakarta.

Judul Penelitian : Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran  
Teknik Digital Sekuensial

Peneliti : Endri Sujatmiko

Nama Siswa : .....(*Boleh tidak di isi*)

Kelas : .....

**Deskripsi**

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran yang merupakan kesatuan antara trainer dan modul materi. Media ini digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung kegiatan praktikum pada mata pelajaran Teknik Kontrol dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial. Sehubungan dengan hal tersebut, Anda dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar/saran terhadap trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran ini.

**Petunjuk**

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh siswa.
2. Pada rentangan tanggapan terdapat 4 (empat) tingkatan.
3. Berilah tanda (√) pada kolom yang tersedia sesuai dengan pendapat anda terhadap setiap pernyataan tentang Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran Teknik Digital Sekuensial.
4. Terimakasih atas kesediaannya untuk mengisi lembar evaluasi ini.

**Contoh:**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
1.	Materi yang disampaikan dalam modul pembelajaran ini jelas, mudah dimengerti dan dipahami	√			

Keterangan:

SS : Sangat Setuju

S : Setuju

TS : Tidak Setuju

STS : Sangat Tidak Setuju

**Aspek Penilaian**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Materi					
1.	Materi yang disampaikan dalam modul pembelajaran ini jelas, mudah dimengerti dan dipahami				
2.	Materi dalam modul pembelajaran dengan Trainer sudah sesuai				
3.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini menyajikan materi dengan lengkap				
Tampilan Media					
4.	Pengaturan tata letak komponen pada trainer sudah baik dan teratur.				
5.	Pemasangan komponen rapi sehingga tidak menyulitkan dalam mempelajari tiap komponen yang digunakan				



No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	SS
6.	Gambar rangkaian, simbol dan nilai komponen tergambar dengan jelas sehingga memudahkan dalam pembacaan				
7.	Penempatan tulisan berisi keterangan mengenai bagian-bagian blok pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran sudah baik dan dapat dibaca dengan mudah				
8.	Penampil angka display 7 segment jelas dan mudah dibaca				
9.	Rangkaian Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dibuat per blok sehingga mudah dipelajari				
10.	Daya tarik tampilan trainer secara keseluruhan sudah baik				
Teknis					
11.	Petunjuk pengoperasian Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mudah dipahami dan dimengerti				
12.	Soket, kabel penghubung pada trainer mudah disambungkan dan digunakan				
13.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mudah dioperasikan				
14.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini aman saat digunakan dalam pembelajaran				
15.	Unjuk kerja Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran secara keseluruhan mempunyai unjuk kerja yang baik				

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	SS
Kemanfaatan					
16.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mempermudah pembelajaran				
17.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mempercepat proses pembelajaran				
18.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat memberikan motivasi belajar				
19.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat meningkatkan perhatian terhadap materi ajar				
20.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini menambah pengetahuan baru tentang rangkaian elektronika				

**Komentar/ Saran Umum:**

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

Yogyakarta, Desember 2012

Siswa

.....

NIS. ....

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI  
INSTRUMENT PENELITIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : SLAMET, MPd  
NIP : 195103031978031004  
Jabatan : Dosen Pendidikan Teknik Elektronika

Menerangkan bahwa,

Nama Peneliti : Endri Sujatmiko  
NIM : 08502241016  
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika  
Judul Penelitian : Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran  
untuk Mata Pelajaran Teknik Kontrol Digital Sekuensial.

Telah mengadakan konsultasi dan setelah kami lakukan pengkajian, maka kami berikan perbaikan dan saran-saran sebagai berikut:

1. Perbaikan redaksional pada item 3 tertera
2. Ada link & instrumen yang tertera

dan selanjutnya instrumen ini kami nyatakan tidak/ kurang/ cukup/ sangat)\* layak untuk digunakan sebagai instrumen penelitian.

Yogyakarta, 5 Desember 2012

Validator,



Slamet, MPd

NIP. 195103031978031004

Ket: )\* Coret yang tidak perlu

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI  
INSTRUMENT PENELITIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Munir, M.Pd  
NIP : 19630512 198901 1 001  
Jabatan : Dosen Pendidikan Teknik Elektronika

Menerangkan bahwa,

Nama Peneliti : Endri Sujatmiko  
NIM : 08502241016  
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika  
Judul Penelitian : Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran  
untuk Mata Pelajaran Teknik Kontrol Digital Sekuensial.

Telah mengadakan konsultasi dan setelah kami lakukan pengkajian, maka kami berikan perbaikan dan saran-saran sebagai berikut:

1. Detail sesuai dgn kisi-kisi
2. Perbaiki beberapa redaksi kalimat  
(sesuai masukan / coretan)

dan selanjutnya instrumen ini kami nyatakan tidak/ kurang/ cukup/ sangat)\* layak untuk digunakan sebagai instrumen penelitian.

Yogyakarta, 4 Desember 2012

Validator,

Muhammad Munir, M.Pd  
NIP. 19630512 198901 1 001

Ket: )\* Coret yang tidak perlu

**LEMBAR EVALUASI  
TRAINER VOLTMETER DIGITAL  
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TEKNIK DIGITAL SEKUENSIAL  
OLEH AHLI MATERI**

Materi : Teknik Digital Sekuensial  
Sasaran : Siswa Kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video  
SMKN 2 Yogyakarta.  
Judul Penelitian : Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran  
Teknik Digital Sekuensial.  
Peneliti : Endri Sujatmiko  
Evaluator : Umi Rochayati, MT  
Pekerjaan/Jabatan : Dosen

**Deskripsi**

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran yang merupakan kesatuan antara trainer dan modul materi. Media ini digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung kegiatan praktikum pada mata pelajaran Teknik Kontrol dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial. Sehubungan dengan hal tersebut, Bapak/Ibu sebagai Ahli Materi dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar/saran terhadap trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran ini.

**Petunjuk**

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh Ahli Materi.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari aspek kualitas isi, dan kemanfaatan.
3. Pada rentangan tanggapan terdapat 4 (empat) tingkatan.
4. Berilah tanda (√) pada kolom yang sesuai dengan pendapat ahli materi terhadap setiap pernyataan tentang Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran Teknik Digital Sekuensial.

5. Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus SMKN 2 Yogyakarta untuk Standar Kompetensi Teknik Digital Sekuensial.
6. Terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

**Contoh:**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
1.	Materi yang ada pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sesuai dengan silabus yang ada pada program keahlian Teknik Audio Video di SMKN 2 Yogyakarta.	✓			

Keterangan:

SS : Sangat Setuju

S : Setuju

TS : Tidak Setuju

STS : Sangat Tidak Setuju

**Aspek Penilaian**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Aspek Kualitas Isi dan Tujuan					
1.	Materi yang ada pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sesuai dengan silabus yang ada pada program keahlian Teknik Audio Video di SMKN 2 Yogyakarta.	✓			
2.	Materi yang disampaikan dalam modul pembelajaran ini sudah sesuai untuk digunakan dalam Mata Pelajaran Teknik Kontrol dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial		✓		



No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
3.	Materi yang disampaikan dalam modul pembelajaran ini sudah sesuai dengan trainer yang dibuat		✓		
4.	Tujuan pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sudah tepat dengan silabus	✓			
5.	Tujuan pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mudah dimengerti oleh siswa	✓			
6.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini memiliki relevansi yang tinggi dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial		✓		
7.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini dapat menyajikan materi dengan lengkap		✓		
8.	Materi yang disampaikan sudah sesuai dengan urutan kompetensi		✓		
9.	Contoh soal latihan yang disajikan sudah seimbang antara pokok bahasan materi yang satu dengan yang lainnya		✓		
10.	Materi yang terdapat pada modul dan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini diuraikan dengan jelas	✓			
11.	Contoh soal latihan pada modul Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini diuraikan dengan jelas	✓			

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
12.	Memuat pengetahuan sesuai dengan unit kompetensi		✓		
13.	Memuat sikap yang jelas untuk diperagakan		✓		
14.	Memuat keterampilan sesuai dengan unit kompetensi		✓		
Kemanfaatan					
15.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran membantu proses pembelajaran mata pelajaran teknik kontrol dengan standar kompetensi menguasai teknik digital sekuensial		✓		
16.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran memberikan kesempatan belajar bagi siswa		✓		
17.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran memudahkan siswa dalam memahami materi yang disampaikan	✓			
18.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat memberikan motivasi belajar		✓		

**Komentar/ Saran Umum:**

- Penulisan Decoder di cek lagi.
- Dapat digunakan untuk Penulisan




### Kesimpulan

Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran untuk Mata Pelajaran Teknik Kontrol Digital Sekuensial pada Jurusan Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta dinyatakan :

- ☐ Dapat digunakan tanpa perbaikan
- ☒ Dapat digunakan dengan perbaikan
- ☐ Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, 6 Desember 2012

Ahli Materi

  
Dra. Umi Rochayati, M.T

NIP. 1963.05.28.1983.10 2 001.

**LEMBAR EVALUASI**  
**TRAINER VOLTMETER DIGITAL**  
**SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TEKNIK DIGITAL SEKUENSIAL**  
**OLEH AHLI MATERI**

Materi : Teknik Digital Sekuensial  
Sasaran : Siswa Kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video  
SMKN 2 Yogyakarta.  
Judul Penelitian : Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran  
Teknik Digital Sekuensial.  
Peneliti : Endri Sujatmiko  
Evaluator : *Aris Naruka, M.T*  
Pekerjaan/Jabatan : *Dosen*

**Deskripsi**

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran yang merupakan kesatuan antara trainer dan modul materi. Media ini digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung kegiatan praktikum pada mata pelajaran Teknik Kontrol dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial. Sehubungan dengan hal tersebut, Bapak/Ibu sebagai Ahli Materi dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar/saran terhadap trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran ini.

**Petunjuk**

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh Ahli Materi.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari aspek kualitas isi, dan kemanfaatan.
3. Pada rentangan tanggapan terdapat 4 (empat) tingkatan.
4. Berilah tanda (√) pada kolom yang sesuai dengan pendapat ahli materi terhadap setiap pernyataan tentang Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran Teknik Digital Sekuensial.

5. Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus SMKN 2 Yogyakarta untuk Standar Kompetensi Teknik Digital Sekuensial.
6. Terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

**Contoh:**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
1.	Materi yang ada pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sesuai dengan silabus yang ada pada program keahlian Teknik Audio Video di SMKN 2 Yogyakarta.	√			

Keterangan:

SS : Sangat Setuju

S : Setuju

TS : Tidak Setuju

STS : Sangat Tidak Setuju

**Aspek Penilaian**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Aspek Kualitas Isi dan Tujuan					
1.	Materi yang ada pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sesuai dengan silabus yang ada pada program keahlian Teknik Audio Video di SMKN 2 Yogyakarta.		✓		
2.	Materi yang disampaikan dalam modul pembelajaran ini sudah sesuai untuk digunakan dalam Mata Pelajaran Teknik Kontrol dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial		✓		

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
3.	Materi yang disampaikan dalam modul pembelajaran ini sudah sesuai dengan trainer yang dibuat		✓		
4.	Tujuan pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sudah tepat dengan silabus		✓		
5.	Tujuan pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mudah dimengerti oleh siswa		✓		
6.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini memiliki relevansi yang tinggi dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial			✓	
7.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini dapat menyajikan materi dengan lengkap			✓	
8.	Materi yang disampaikan sudah sesuai dengan urutan kompetensi	✓			
9.	Contoh soal latihan yang disajikan sudah seimbang antara pokok bahasan materi yang satu dengan yang lainnya	✓			
10.	Materi yang terdapat pada modul dan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini diuraikan dengan jelas		✓		
11.	Contoh soal latihan pada modul Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini diuraikan dengan jelas		✓		

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
12.	Memuat pengetahuan sesuai dengan unit kompetensi		✓		
13.	Memuat sikap yang jelas untuk diperagakan			✓	
14.	Memuat keterampilan sesuai dengan unit kompetensi		✓		
Kemanfaatan					
15.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran membantu proses pembelajaran mata pelajaran teknik kontrol dengan standar kompetensi menguasai teknik digital sekuensial		✓		
16.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran memberikan kesempatan belajar bagi siswa	✓			
17.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran memudahkan siswa dalam memahami materi yang disampaikan	✓			
18.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat memberikan motivasi belajar	✓			

**Komentar/ Saran Umum:**

Panduan langkah kerja hendaknya dijelaskan dengan gambar / foto trainer, tidak hanya skema rangkaian

### Kesimpulan

Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran untuk Mata Pelajaran Teknik Kontrol Digital Sekuensial pada Jurusan Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta dinyatakan :

- ☐ Dapat digunakan tanpa perbaikan
- ☒ Dapat digunakan dengan perbaikan
- ☐ Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, 10 Desember 2012

Ahli/Materi



Aris Nasuha, S.Si, M.T.

NIP. 19690615 199903 1 002



**LEMBAR EVALUASI**  
**TRAINER VOLTMETER DIGITAL**  
**SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TEKNIK DIGITAL SEKUENSIAL**  
**OLEH AHLI MATERI**

Materi : Teknik Digital Sekuensial  
Sasaran : Siswa Kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video  
SMKN 2 Yogyakarta.  
Judul Penelitian : Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran  
Teknik Digital Sekuensial.  
Peneliti : Endri Sujatmiko  
Evaluator : *Sudi Raharja, ST.*  
Pekerjaan/Jabatan : *Guru*

**Deskripsi**

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran yang merupakan kesatuan antara trainer dan modul materi. Media ini digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung kegiatan praktikum pada mata pelajaran Teknik Kontrol dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial. Sehubungan dengan hal tersebut, Bapak/Ibu sebagai Ahli Materi dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar/saran terhadap trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran ini.

**Petunjuk**

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh Ahli Materi.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari aspek kualitas isi, dan kemanfaatan.
3. Pada rentangan tanggapan terdapat 4 (empat) tingkatan.
4. Berilah tanda (√) pada kolom yang sesuai dengan pendapat ahli materi terhadap setiap pernyataan tentang Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran Teknik Digital Sekuensial.

5. Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus SMKN 2 Yogyakarta untuk Standar Kompetensi Teknik Digital Sekuensial.
6. Terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

**Contoh:**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
1.	Materi yang ada pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sesuai dengan silabus yang ada pada program keahlian Teknik Audio Video di SMKN 2 Yogyakarta.	✓			

**Keterangan:**

SS : Sangat Setuju

S : Setuju

TS : Tidak Setuju

STS : Sangat Tidak Setuju

**Aspek Penilaian**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Aspek Kualitas Isi dan Tujuan (materi)					
1.	Materi yang ada pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sesuai dengan silabus yang ada pada program keahlian Teknik Audio Video di SMKN 2 Yogyakarta.	✓			
2.	Materi yang disampaikan dalam modul pembelajaran ini sudah sesuai untuk digunakan dalam Mata Pelajaran Teknik Kontrol dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial	✓			



No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
3.	Materi yang disampaikan dalam modul pembelajaran ini sudah sesuai dengan trainer yang dibuat	✓			
4.	Tujuan pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sudah tepat dengan silabus	✓			
5.	Tujuan pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mudah dimengerti oleh siswa	✓			
6.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini memiliki relevansi yang tinggi dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial	✓			
7.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini dapat menyajikan materi dengan lengkap		✓		
8.	Materi yang disampaikan sudah sesuai dengan urutan kompetensi	✓			
9.	Contoh soal latihan yang disajikan sudah seimbang antara pokok bahasan materi yang satu dengan yang lainnya	✓			
10.	Materi yang terdapat pada modul dan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini diuraikan dengan jelas	✓			
11.	Contoh soal latihan pada modul Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini diuraikan dengan jelas	✓			

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
12.	Memuat pengetahuan sesuai dengan unit kompetensi	✓			
13.	Memuat sikap yang jelas untuk diperagakan	✓			
14.	Memuat keterampilan sesuai dengan unit kompetensi	✓			
Kemanfaatan					
15.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran membantu proses pembelajaran mata pelajaran teknik kontrol dengan standar kompetensi menguasai teknik digital sekuensial	✓			
16.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran memberikan kesempatan belajar bagi siswa	✓			
17.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran memudahkan siswa dalam memahami materi yang disampaikan	✓			
18.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat memberikan motivasi belajar	✓			

**Komentar/ Saran Umum:**

1. Materi yang ditulis sudah sesuai dengan silabus Teknik Kontrol / Teknik Digital kelas XI TAV 2011/2012.
2. Untuk lebih menyempurnakan:
  - Ganti cover dengan yang lebih menarik atau latar tidak polos putih saja.
  - Pada Layout PCB masih ada yg perlu disambungkan, akan lebih sempurna jika diganti dgn yg sudah dibetulkan.

### Kesimpulan

Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran untuk Mata Pelajaran Teknik Kontrol Digital Sekuensial pada Jurusan Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta dinyatakan :

- ☒ Dapat digunakan tanpa perbaikan
- ☐ Dapat digunakan dengan perbaikan
- ☐ Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, 5 Desember 2012

Ahli Materi



SUDI RAHARDJA, ST.

NIP. 196305021990031008

**LEMBAR EVALUASI  
TRAINER VOLTMETER DIGITAL  
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TEKNIK DIGITAL SEKUENSIAL  
OLEH AHLI MEDIA**

Materi : Teknik Digital Sekuensial  
Sasaran : Siswa Kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video  
SMKN 2 Yogyakarta.  
Judul Penelitian : Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran  
Teknik Digital Sekuensial.  
Peneliti : Endri Sujatmiko  
Evaluator : *Achmad Fatchi, MPd*  
Pekerjaan/Jabatan : *Dosen*

**Deskripsi**

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran yang merupakan kesatuan antara trainer dan modul materi. Media ini digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung kegiatan praktikum pada mata pelajaran Teknik Kontrol dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial. Sehubungan dengan hal tersebut, Bapak/Ibu sebagai Ahli Materi dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar/saran terhadap trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran ini.

**Petunjuk**

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh Ahli Media.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari aspek tampilan, teknis dan kemanfaatan.
3. Pada rentangan tanggapan terdapat 4 (empat) tingkatan.
4. Berilah tanda (√) pada kolom yang sesuai dengan pendapat ahli media terhadap setiap pernyataan tentang Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran Teknik Digital Sekuensial.

5. Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus SMKN 2 Yogyakarta untuk Standar Kompetensi Teknik Digital Sekuensial.
6. Terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

**Contoh:**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
1.	Pengaturan tata letak komponen pada trainer teratur, sehingga memudahkan dalam pemahaman materi	√			

Keterangan:

SS : Sangat Setuju

S : Setuju

TS : Tidak Setuju

STS : Sangat Tidak Setuju

**Aspek Penilaian**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Aspek Tampilan					
1.	Pengaturan tata letak komponen pada trainer teratur dan sudah sesuai sehingga memudahkan dalam pemahaman materi		✓		
2.	Kerapian pemasangan komponen pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sudah baik	✓			
3.	Rangkaian Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dibuat per blok sehingga mudah dipelajari		✓		



No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
4.	Penempatan tulisan berisi keterangan mengenai bagian-bagian blok pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat dibaca dengan mudah		✓		
5.	Simbol dan nilai komponen tergambar dengan jelas sehingga memudahkan siswa dalam pembacaan		✓		
6.	Penampil angka display 7 segment jelas dan mudah dibaca		✓		
7.	Daya tarik tampilan trainer secara keseluruhan sudah baik	✓			
Aspek Teknis					
8.	Media Pembelajaran Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mudah dioperasikan		✓		
9.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini aman saat digunakan dalam pembelajaran		✓		
10.	Petunjuk pengoperasian Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sudah benar		✓		
11.	Instalasi penyambungan, soket pada trainer mudah disambungkan		✓		-
12.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mempunyai ketelitian yang cukup tinggi saat digunakan sebagai alat ukur tegangan AC dan DC			✓	
13.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran mempunyai kehandalan yang baik saat digunakan			✓	

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
14.	Unjuk kerja Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran sudah memenuhi standar kompetensi materi teknik digital sekuensial dan secara keseluruhan mempunyai unjuk kerja yang baik		✓		
Kemanfaatan					
15.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran mempermudah proses pembelajaran di lab.		✓		
16.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran memperjelas materi belajar yang disampaikan		✓		
17.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran menumbuhkan motivasi belajar siswa		✓		
18.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat menambah perhatian siswa terhadap materi		✓		
19.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat mempermudah guru dalam menyampaikan materi		✓		
20.	Materi yang ada pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran berhubungan dengan materi pada mata pelajaran lain		✓		

**Komentar/ Saran Umum:**

...pertanyaan butir 12 & butir 13...  
...aplikasinya merupakan...  
...basis di gufoha km yg d. t'nyai...  
...adalah S.Pd medinya...

**Kesimpulan**

Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran untuk Mata Pelajaran Teknik Kontrol Digital Sekuensial pada Jurusan Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta dinyatakan :

- ☒ Dapat digunakan tanpa perbaikan
- ☐ Dapat digunakan dengan perbaikan
- ☐ Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, 11 Desember 2012

Ahli Media



Drs. Achmad Fatchy, M.Pd

NIP. 197761109....197803 1 001



**LEMBAR EVALUASI  
TRAINER VOLTMETER DIGITAL  
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TEKNIK DIGITAL SEKUENSIAL  
OLEH AHLI MEDIA**

Materi : Teknik Digital Sekuensial  
Sasaran : Siswa Kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video  
SMKN 2 Yogyakarta.  
Judul Penelitian : Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran  
Teknik Digital Sekuensial.  
Peneliti : Endri Sujatmiko  
Evaluator : *Marduki Zafania, MT*  
Pekerjaan/Jabatan : *Rosen*

**Deskripsi**

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran yang merupakan kesatuan antara trainer dan modul materi. Media ini digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung kegiatan praktikum pada mata pelajaran Teknik Kontrol dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial. Sehubungan dengan hal tersebut, Bapak/Ibu sebagai Ahli Materi dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar/saran terhadap trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran ini.

**Petunjuk**

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh Ahli Media.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari aspek tampilan, teknis dan kemanfaatan.
3. Pada rentangan tanggapan terdapat 4 (empat) tingkatan.
4. Berilah tanda (√) pada kolom yang sesuai dengan pendapat ahli media terhadap setiap pernyataan tentang Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran Teknik Digital Sekuensial.

5. Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus SMKN 2 Yogyakarta untuk Standar Kompetensi Teknik Digital Sekuensial.
6. Terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

**Contoh:**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
1.	Pengaturan tata letak komponen pada trainer teratur, sehingga memudahkan dalam pemahaman materi	√			

Keterangan:

- SS : Sangat Setuju  
 S : Setuju  
 TS : Tidak Setuju  
 STS : Sangat Tidak Setuju

**Aspek Penilaian**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Aspek Tampilan					
1.	Pengaturan tata letak komponen pada trainer teratur dan sudah sesuai sehingga memudahkan dalam pemahaman materi		✓		-
2.	Kerapian pemasangan komponen pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sudah baik	✓			
3.	Rangkaian Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dibuat per blok sehingga mudah dipelajari	✓			

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
4.	Penempatan tulisan berisi keterangan mengenai bagian-bagian blok pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat dibaca dengan mudah	✓			
5.	Simbol dan nilai komponen tergambar dengan jelas sehingga memudahkan siswa dalam pembacaan		✓		
6.	Penampil angka display 7 segment jelas dan mudah dibaca		✓		
7.	Daya tarik tampilan trainer secara keseluruhan sudah baik	✓			
Aspek Teknis					
8.	Media Pembelajaran Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mudah dioperasikan		✓		
9.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini aman saat digunakan dalam pembelajaran		✓		
10.	Petunjuk pengoperasian Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sudah benar		✓		
11.	Instalasi penyambungan, soket pada trainer mudah disambungkan		✓		-
12.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mempunyai ketelitian yang cukup tinggi saat digunakan sebagai alat ukur tegangan AC dan DC			✓	
13.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran mempunyai kehandalan yang baik saat digunakan			✓	

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
14.	Unjuk kerja Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran sudah memenuhi standar kompetensi materi teknik digital sekuensial dan secara keseluruhan mempunyai unjuk kerja yang baik		✓		
Kemanfaatan					
15.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran mempermudah proses pembelajaran		✓		
16.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran memperjelas materi belajar yang disampaikan		✓		
17.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran menumbuhkan motivasi belajar siswa		✓		
18.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat menambah perhatian siswa terhadap materi		✓		
19.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat mempermudah guru dalam menyampaikan materi		✓		
20.	Materi yang ada pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran berhubungan dengan materi pada mata pelajaran lain		✓		

**Komentar/ Saran Umum:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Kesimpulan**

Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran untuk Mata Pelajaran Teknik Kontrol Digital Sekuensial pada Jurusan Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta dinyatakan :

- ☒ Dapat digunakan tanpa perbaikan
- ☐ Dapat digunakan dengan perbaikan
- ☐ Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, 3 Desember 2012

Ahli Media

Masduki Zuhara M.T

NIP. 19640917 198901 1001

Ketolion kecil.  
di Rksport.



**LEMBAR EVALUASI**  
**TRAINER VOLTMETER DIGITAL**  
**SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TEKNIK DIGITAL SEKUENSIAL**  
**OLEH AHLI MEDIA**

Materi : Teknik Digital Sekuensial  
Sasaran : Siswa Kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video  
SMKN 2 Yogyakarta.  
Judul Penelitian : Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran  
Teknik Digital Sekuensial.  
Peneliti : Endri Sujatmiko  
Evaluator : Agus Subendra, SPd  
Pekerjaan/Jabatan : Guru

**Deskripsi**

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran yang merupakan kesatuan antara trainer dan modul materi. Media ini digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung kegiatan praktikum pada mata pelajaran Teknik Kontrol dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial. Sehubungan dengan hal tersebut, Bapak/Ibu sebagai Ahli Materi dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar/saran terhadap trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran ini.

**Petunjuk**

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh Ahli Media.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari aspek tampilan, teknis dan kemanfaatan.
3. Pada rentangan tanggapan terdapat 4 (empat) tingkatan.
4. Berilah tanda (√) pada kolom yang sesuai dengan pendapat ahli media terhadap setiap pernyataan tentang Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran Teknik Digital Sekuensial.

5. Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus SMKN 2 Yogyakarta untuk Standar Kompetensi Teknik Digital Sekuensial.
6. Terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

**Contoh:**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
1.	Pengaturan tata letak komponen pada trainer teratur, sehingga memudahkan dalam pemahaman materi	√			

Keterangan:

SS : Sangat Setuju

S : Setuju

TS : Tidak Setuju

STS : Sangat Tidak Setuju

**Aspek Penilaian**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Aspek Tampilan					
1.	Pengaturan tata letak komponen pada trainer teratur dan sudah sesuai sehingga memudahkan dalam pemahaman materi	✓			
2.	Kerapian pemasangan komponen pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sudah baik	✓			
3.	Rangkaian Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dibuat per blok sehingga mudah dipelajari	✓			

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
4.	Penempatan tulisan berisi keterangan mengenai bagian-bagian blok pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat dibaca dengan mudah	✓			
5.	Simbol dan nilai komponen tergambar dengan jelas sehingga memudahkan siswa dalam pembacaan		✓		
6.	Penampil angka display 7 segment jelas dan mudah dibaca		✓		
7.	Daya tarik tampilan trainer secara keseluruhan sudah baik	✓			
Aspek Teknis					
8.	Media Pembelajaran Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mudah dioperasikan		✓		
9.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini aman saat digunakan dalam pembelajaran		✓		
10.	Petunjuk pengoperasian Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini sudah benar		✓		
11.	Instalasi penyambungan, soket pada trainer mudah disambungkan	✓			
12.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mempunyai ketelitian yang cukup tinggi saat digunakan sebagai alat ukur tegangan AC dan DC			✓	
13.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran mempunyai kehandalan yang baik saat digunakan			✓	



No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
14.	Unjuk kerja Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran sudah memenuhi standar kompetensi materi teknik digital sekunsial dan secara keseluruhan mempunyai unjuk kerja yang baik	✓			
Kemanfaatan					
15.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran mempermudah proses pembelajaran	✓			
16.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran memperjelas materi belajar yang disampaikan	✓			
17.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran menumbuhkan motivasi belajar siswa	✓			
18.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat menambah perhatian siswa terhadap materi		✓		
19.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat mempermudah guru dalam menyampaikan materi	✓			
20.	Materi yang ada pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran berhubungan dengan materi pada mata pelajaran lain	✓			

**Komentar/ Saran Umum:**

- Perbaikan tampilan .....

.....

.....

.....

.....

.....

**Kesimpulan**

Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran untuk Mata Pelajaran Teknik Kontrol Digital Sekuensial pada Jurusan Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta dinyatakan :

- ☐ Dapat digunakan tanpa perbaikan
- ☒ Dapat digunakan dengan perbaikan
- ☐ Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, 15 Desember 2012

Ahli Media

  
Agus Setiandura S.Pd  
NIP. 19621122 198703 1005

**LEMBAR EVALUASI**  
**TRAINER VOLTMETER DIGITAL SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN**  
**UNTUK MATA PELAJARAN TEKNIK KONTROL DIGITAL SEKUENSIAL**  
**OLEH SISWA**

Sasaran : Siswa Kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video  
SMKN 2 Yogyakarta.  
Judul Penelitian : Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran untuk  
Mata Pelajaran Teknik Kontrol Digital Sekuensial  
Peneliti : Endri Sujatmiko  
Nama Siswa : .....(Boleh tidak di isi)  
Kelas : XI TAV 2

**Deskripsi**

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran yang merupakan kesatuan antara trainer dan modul materi. Media ini digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung kegiatan praktikum pada mata pelajaran Teknik Kontrol dengan Standar Kompetensi Menguasai Teknik Digital Sekuensial. Sehubungan dengan hal tersebut, Anda dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar/saran terhadap trainer voltmeter digital sebagai media pembelajaran ini.

**Petunjuk**

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh siswa.
2. Pada rentangan tanggapan terdapat 4 (empat) tingkatan.
3. Berilah tanda (√) pada kolom yang tersedia sesuai dengan pendapat anda terhadap setiap pernyataan tentang Trainer Voltmeter sebagai Media Pembelajaran untuk Mata Pelajaran Teknik Kontrol Digital Sekuensial.
4. Terimakasih atas kesediaannya untuk mengisi lembar evaluasi ini.

**Contoh:**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
1.	Materi yang disampaikan dalam modul pembelajaran ini jelas, mudah dimengerti dan dipahami	√			

Keterangan:

SS : Sangat Setuju

S : Setuju

TS : Tidak Setuju

STS : Sangat Tidak Setuju

**Aspek Penilaian**

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Materi					
1.	Materi yang disampaikan dalam modul pembelajaran ini jelas, mudah dimengerti dan dipahami	√			
2.	Materi dalam modul pembelajaran dengan Trainer sudah sesuai	√			
3.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini menyajikan materi dengan lengkap		√		
Tampilan Media					
4.	Pengaturan tata letak komponen pada trainer sudah baik dan teratur.		√		
5.	Pemasangan komponen rapi sehingga tidak menyulitkan dalam mempelajari tiap komponen yang digunakan	√			

No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	SS
6.	Gambar rangkaian, simbol dan nilai komponen tergambar dengan jelas sehingga memudahkan dalam pembacaan	✓			
7.	Penempatan tulisan berisi keterangan mengenai bagian-bagian blok pada Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran sudah baik dan dapat dibaca dengan mudah	✓			
8.	Penampil angka display 7 segment jelas dan mudah dibaca	✓			
9.	Rangkaian Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dibuat per blok sehingga mudah dipelajari	✓			
10.	Daya tarik tampilan trainer secara keseluruhan sudah baik		✓		
Teknis					
11.	Petunjuk pengoperasian Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mudah dipahami dan dimengerti		✓		
12.	Soket, kabel penghubung pada trainer mudah disambungkan dan digunakan		✓		
13.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mudah dioperasikan		✓		
14.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini aman saat digunakan dalam pembelajaran	✓			
15.	Unjuk kerja Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran secara keseluruhan mempunyai unjuk kerja yang baik		✓		



No.	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	SS
Kemanfaatan					
16.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mempermudah pembelajaran		✓		
17.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini mempercepat proses pembelajaran		✓		
18.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat memberikan motivasi belajar	✓			
19.	Penggunaan Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran dapat meningkatkan perhatian terhadap materi ajar		✓		
20.	Trainer Voltmeter Digital sebagai Media Pembelajaran ini menambah pengetahuan baru tentang rangkaian elektronika	✓			

**Komentar/ Saran Umum:**

- Kegiatan pembelajaran seperti ini sangat baik, dapat menunjang semangat dan kreativitas siswa.
- Mediatornya sangat baik, namun dalam penyampaian ada sedikit kekurangan yakni suara mediator kurang keras sehingga agak sulit sedikit.
- Pengkalibrasian sendiri menurut saya agak janggal, meskipun dapat menunjukkan hasil yang baik.

Yogyakarta, 18 Desember 2012

Siswa

  
02061995  
Cahermoemo

NIS. 25824









## Lampiran 3. Analisis Data

1. Perhitungan Validasi Instrument
2. Perhitungan Reliabilitas Instrument
3. Analisis Data Ahli Media
4. Analisis Data Ahli Materi
5. Analisis Data Pemakaian (Siswa)

## Pengujian Validitas Instrument

No Resp	Skor Untuk Item Nomor																				Skor Total (Y)	Xn	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20					
1	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	64	3	192	9	4096
2	4	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	71	4	284	16	5041
3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	70	4	280	16	4900
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60	3	180	9	3600
5	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	63	3	189	9	3969
6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60	3	180	9	3600
7	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	63	3	189	9	3969
8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60	3	180	9	3600
9	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	67	3	201	9	4489
10	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	4	63	3	189	9	3969
11	3	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	66	3	198	9	4356
12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	62	3	186	9	3844
13	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	75	4	300	16	5625
14	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	68	3	204	9	4624
15	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	62	3	186	9	3844
16	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	62	3	186	9	3844
17	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	59	3	177	9	3481
18	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	70	3	210	9	4900
19	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	68	3	204	9	4624
20	3	2	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	4	69	3	207	9	4761
21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	58	3	174	9	3364
22	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	70	3	210	9	4900
23	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	67	4	268	16	4489
24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	62	3	186	9	3844
25	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3	4	68	3	204	9	4624
26	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	69	4	276	16	4761
27	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	66	3	198	9	4356
28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60	3	180	9	3600
29	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	3	3	3	4	4	4	73	4	292	16	5329
30	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	72	3	216	9	5184
JUMLAH																					1967	96	6326	312	129587
r xy	0.58	0.41	0.35	0.49	0.56	0.55	0.67	0.76	0.75	0.61	0.34	0.60	0.32	0.50	0.52	0.35	0.39	0.51	0.51	0.64					

**Pengujian Reliabilitas Instrumen**  
**Data Untuk Item Ganjil**

No Resp	Skor Untuk Item Nomor										Skor Total
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	
1	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	31
2	4	3	3	4	3	3	3	4	3	4	34
3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	33
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
5	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	31
6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
7	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	31
8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
9	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	31
10	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	31
11	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	32
12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
13	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	37
14	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	32
15	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
16	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
17	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
18	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	34
19	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	32
20	3	4	3	4	4	3	4	3	3	3	34
21	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	28
22	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	34
23	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	33
24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
25	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	31
26	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	34
27	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	32
28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
29	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	35
30	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	35

**Pengujian Reliabilitas Instrumen**  
**Data Untuk Item Genap**

No Resp	Skor Untuk Item Nomor										Skor Total
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
1	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	33
2	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	37
3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	37
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
5	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	32
6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
7	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	32
8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
9	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	36
10	3	3	2	3	3	3	4	3	4	4	32
11	4	3	3	4	3	4	3	3	3	4	34
12	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	32
13	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	38
14	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	36
15	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	32
16	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	32
17	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	29
18	3	4	4	4	4	3	3	4	4	3	36
19	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	36
20	2	3	4	4	3	4	3	4	4	4	35
21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
22	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	36
23	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	34
24	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	32
25	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	37
26	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	35
27	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4	34
28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
29	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	38
30	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	37

No. Respon	Ganjil (X)	Genap (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	31	33	1023	961	1089
2	34	37	1258	1156	1369
3	33	37	1221	1089	1369
4	30	30	900	900	900
5	31	32	992	961	1024
6	30	30	900	900	900
7	31	32	992	961	1024
8	30	30	900	900	900
9	31	36	1116	961	1296
10	31	32	992	961	1024
11	32	34	1088	1024	1156
12	30	32	960	900	1024
13	37	38	1406	1369	1444
14	32	36	1152	1024	1296
15	30	32	960	900	1024
16	30	32	960	900	1024
17	30	29	870	900	841
18	34	36	1224	1156	1296
19	32	36	1152	1024	1296
20	34	35	1190	1156	1225
21	28	30	840	784	900
22	34	36	1224	1156	1296
23	33	34	1122	1089	1156
24	30	32	960	900	1024
25	31	37	1147	961	1369
26	34	35	1190	1156	1225
27	32	34	1088	1024	1156
28	30	30	900	900	900
29	35	38	1330	1225	1444
30	35	37	1295	1225	1369
Jum	955	1012	32352	30523	34360

Reliabilitas dengan internal consistency dengan teknik belah dua (Split half)

Dianalisis dengan rumus spearman brown didapat  $r_i = 0.91$

$r_{xy}$  0.83

$r_i$  0.91

### Hasil Uji Validasi Ahli Materi

No.	Aspek Penilaian	No. Butir	Skor Max	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Skor Ahli 3	Rerata Skor
1	Kualitas isi dan tujuan	1	4	3	4	4	3.67
		2	4	3	3	4	3.33
		3	4	3	3	4	3.33
		4	4	3	4	4	3.67
		5	4	3	4	4	3.67
		6	4	2	3	4	3
		7	4	2	3	3	2.67
		8	4	4	3	4	3.67
		9	4	4	3	4	3.67
		10	4	3	4	4	3.67
		11	4	3	4	4	3.67
		12	4	3	3	4	3.33
		13	4	2	3	4	3
		14	4	3	3	4	3.33
	Jumlah		56	41	47	55	47.67
	Rata-rata		4	2.93	3.36	3.93	3.40
2	Kemanfaatan	15	4	3	3	4	3.33
		16	4	4	3	4	3.67
		17	4	4	4	4	4
		18	4	4	3	4	3.67
	Jumlah		16	15	13	16	14.67
	Rata-rata		4	3.75	3.25	4	3.67

No.	Aspek Penilaian	Rerata Skor	Σ Hasil Skor	Σ Skor Max	Persentase (%)
1	Kualitas Isi dan Tujuan	3.40	47.67	56	85.13
2	Kemanfaatan	3.67	14.67	16	91.69
Persentase rata-rata					88.41

### Hasil Uji Validasi Ahli Media

No.	Aspek Penilaian	No. Butir	Skor Max	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Skor Ahli 3	Rerata Skor
1	Tampilan	1	4	3	3	4	3.33
		2	4	4	4	4	4.00
		3	4	3	4	4	3.67
		4	4	3	4	4	3.67
		5	4	3	3	3	3.00
		6	4	3	3	3	3
		7	4	4	4	4	4.00
	Jumlah		28	23	25	26	24.67
	Rata-rata		4	3.29	3.57	3.71	3.52
2	Teknis	8	4	3	3	3	3.00
		9	4	3	3	3	3.00
		10	4	3	3	3	3.00
		11	4	3	3	4	3.33
		12	4	2	2	2	2.00
		13	4	2	2	2	2.00
		14	4	3	3	4	3.33
	Jumlah		28	19	19	21	19.67
	Rata-rata		4	2.71	2.71	3.00	2.81
3	Kemanfaatan	15	4	3	3	4	3.33
		16	4	3	3	4	3.33
		17	4	3	3	4	3.33
		18	4	3	3	3	3
		19	4	3	3	4	3.33
		20	4	3	3	4	3.33
	Jumlah		24	18	18	23	19.67
	Rata-rata		4	3.00	3	3.83	3.28

No.	Aspek Penilaian	Rerata Skor	Σ Hasil Skor	Σ Skor Max	Persentase (%)
1	Tampilan	3.52	24.67	28	88.11
2	Teknis	2.81	19.67	28	70.25
3	Kemanfaatan	3.28	19.67	24	81.96
Persentase rata-rata					80.11



No. Resp	Kriteria Penilaian																							
	Materi			Tampilan							Teknis					Kemanfaatan					Rerata	Σ Hasil	Σ total skor	Persentase
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
1	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3.45	69	80	86.25
2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	3.25	65	80	81.25
3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3.50	70	80	87.50
4	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2.85	57	80	71.25
5	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.10	62	80	77.50
6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3.25	65	80	81.25
7	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.35	67	80	83.75
8	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3.90	78	80	97.50
9	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3.50	70	80	87.50
10	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	2	3	3	3	3	3	4	4	3.25	65	80	81.25
11	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.10	62	80	77.50
12	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3.55	71	80	88.75
13	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3.10	62	80	77.50
14	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3.10	62	80	77.50
15	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3.75	75	80	93.75
16	3	3	4	3	4	4	3	4	4	2	3	3	3	2	3	3	4	3	3	4	3.25	65	80	81.25
17	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3.35	67	80	83.75
18	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3.40	68	80	85.00
19	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3.25	65	80	81.25
20	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	4	2	3	3	3	4	3	3	4	3.30	66	80	82.50
21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3.15	63	80	78.75
22	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3.50	70	80	87.50
23	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2.90	58	80	72.50
24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.00	60	80	75.00
25	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3.30	66	80	82.50
26	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.00	60	80	75.00
27	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3.40	68	80	85.00
28	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3.25	65	80	81.25
29	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	2	3	3	3	4	3	3	3	4	3.25	65	80	81.25
30	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3.55	71	80	88.75
31	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.00	60	80	75.00
32	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	2	4	3	4	3	3	3	4	3	4	3.35	67	80	83.75
33	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	3	3	3	4	3.15	63	80	78.75
34	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.00	60	80	75.00
35	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3.65	73	80	91.25
Jumlah																					3.29	66	80	82.14

# Data Hasil SPSS

Reliability Statistics			
Cronbach's Alpha	Part 1	Value	.719
		N of Items	9 <sup>a</sup>
	Part 2	Value	.786
		N of Items	9 <sup>b</sup>
		Total N of Items	18
		Correlation Between Forms	.870
Spearman-Brown Coefficient		Equal Length	.930
		Unequal Length	.930
		Guttman Split-Half Coefficient	.918
a. The items are: X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9.			
b. The items are: X10, X11, X12, X13, X14, X15, X16, X17, X18.			

**Item-Total Statistics**

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item- Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
X1	62.3667	19.275	.517	.	.853
X2	62.4333	19.633	.311	.	.861
X3	62.4667	20.395	.290	.	.860
X4	62.1000	19.266	.396	.	.858
X5	62.1000	18.921	.478	.	.854
X6	62.3000	18.907	.466	.	.855
X7	62.2667	18.616	.610	.	.849
X8	62.0333	17.964	.713	.	.843
X9	62.1333	18.051	.697	.	.844
X10	62.3333	19.057	.545	.	.852
X11	62.5667	20.530	.290	.	.860
X12	62.1333	18.740	.526	.	.852
X13	62.4333	20.392	.249	.	.862
X14	62.2000	19.269	.414	.	.857
X15	62.5333	19.844	.471	.	.855
X16	62.2667	19.995	.258	.	.863
X17	62.5333	20.671	.352	.	.860
X18	62.1667	19.178	.427	.	.856
X19	62.4333	19.771	.455	.	.855
X20	61.9667	18.585	.571	.	.850

## Lampiran 4. Modul



**MODUL TRAINER VOLTMETER DIGITAL SEBAGAI MEDIA  
PEMBELAJARAN TEKNIK DIGITAL SEKUENSIAL**



**Oleh :**

**Endri Sujatmiko**

**08502241016**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**2012**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
A. Deskripsi Judul .....	1
B. Petunjuk Penggunaan Modul .....	2
C. Tujuan Akhir .....	2
D. Kompetensi .....	3
BAB II. KEGIATAN BELAJAR .....	4
A. Kegiatan Belajar I : Pembangkit Pulsa .....	4
1. Pembangkit Pulsa Astable Multivibrator .....	4
B. Kegiatan Belajar II : Pencacah Biner .....	8
1. Pencacah Hexa IC 7493.....	8
2. Pencacah Desimal IC 7490 .....	12
3. Pencacah IC 7490 Ke 7 Segment .....	15
C. Kegiatan Belajar III : Rangkaian Pengubah .....	18
1. Pengubah Digital Ke Analog (DAC) .....	18
D. Kegiatan Belajar IV : <i>Trainer</i> Voltmeter Digital .....	22
1. Penggunaan <i>Trainer</i> Voltmeter Digital .....	22
BAB III. EVALUASI .....	30
A. Pertanyaan .....	30
B. Jawaban .....	30
C. Kriteria Penilaian .....	32
BAB IV. PENITUP .....	33
DAFTAR PUSTAKA .....	34

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Deskripsi Judul**

Trainer voltmeter digital ini dibuat dari beberapa blok rangkaian yang terdiri dari rangkaian pembangkit pulsa menggunakan *astable multivibrator*, rangkaian pengontrol pulsa menggunakan gerbang AND, rangkaian pencacah decimal 3 digit, rangkaian pencacah hexa 2 digit, rangkaian decoder 7 segmnet (BCD), rangkaian display penampil 7 segment, rangkaian *over flow*, rangkaian konverter DAC, rangkaian Vref, rangkaian komparator pembanding, rangkaian selector dan rangkaian catu daya. Blok – blok rangkaian diatas akan berfungsi sebagai alat ukur voltmeter digital jika blok – blok tersebut dirangkai menjadi satu kesatuan sesuai dengan ketentuannya. Untuk mempermudah belajar maka disusunlah modul yang akan mempelajari mulai dari rangkaian pembangkit pulsa dan rangkaian-rangkaian penyusun trainer voltmeter digital ini.

Modul ini terdiri atas 4 Kegiatan Belajar. Kegiatan Belajar 1 membahas tentang pembangkit pulsa Astable multivibrator, dan gambar rangkaian astable multivibrator. Kegiatan Belajar 2 membahas tentang macam- macam pencacah biner, dan gambar rangkaian penghitung. Kegiatan Belajar 3 membahas tentang rangkaian penggalih besaran DAC, dan gambar rangkaian konverter DAC. Kegiatan Belajar 4 membahas tentang cara rangkaian trainer voltmeter digital ini bekerja, perencanaan rangkaian trainer voltmeter digital, dan gambar rangkaian trainer voltmeter digital.

Hasil belajar yang akan dicapai setelah selesai mengikuti modul ini adalah peserta diklat mampu menyebutkan macam-macam penyusun rangkaian trainer voltmeter digital yang terdiri dari beberapa rangkaian yang dipelajari pada teknik control digital sekuensial seperti rangkaian pembangkit pulsa astable multivibrator, rangkaian pencacah biner, rangkaian pengalih besaran. Dan selain itu juga dapat menjelaskan cara kerja masing-masing rangkaian.

## **B. Petunjuk Penggunaan Modul**

Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam penggunaan modul ini agar memperoleh hasil belajar secara maksimal antara lain :

### **1. Petunjuk bagi Peserta Diklat**

- a. Mempersiapkan mental dan fisik dengan baik serta segala bahan dan perlengkapan yang diperlukan
- b. Menggunakan sistem keselamatan kerja yang benar
- c. Melakukan diskusi tentang hal-hal yang akan dilakukan dalam mempraktikkan materi modul dengan instruktur
- d. Membaca dengan seksama uraian materi pada setiap kegiatan belajar
- e. Mencermati langkah-langkah kerja pada setiap kegiatan belajar sebelum mengerjakan, bila belum jelas tanyakan pada instruktur
- f. Jangan menghubungkan alat ke sumber tegangan secara langsung sebelum disetujui oleh instruktur
- g. Kembalikan semua peralatan praktik yang digunakan ke tempat semula

### **2. Petunjuk bagi Guru**

- a. Membantu peserta diklat dalam merencanakan proses belajar
- b. Membimbing peserta diklat melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar
- c. Membantu peserta diklat dalam memahami konsep, praktik baru, dan menjawab pertanyaan peserta diklat mengenai proses belajar siswa
- d. Membantu peserta diklat untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar
- e. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan

## **C. Tujuan Akhir**

Peserta diklat mampu menyebutkan, menjelaskan rangkaian penyusun trainer voltmeter digital yang terdiri dari pembangkit pulsa, pencacah biner/penghitung dan rangkaian pengalih besaran DAC dan rangkaian pendukung lainnya.



#### **D. Kompetensi**

<b>Kompetensi Dasar</b>	<b>Indikator</b>
Rangkaian Pembangkit Pulsa Clock	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diterangkan cara menentukan panjang gelombang pulsa clock</li><li>• Diterangkan fungsi dari clock</li></ul>
Menguasai Rangkaian Pencacah	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diterangkan jenis-jenis rangkaian pencacah biner</li><li>• Disebutkan jenis-jenis rangkaian display dan digambarkan bagaimana angka ditampilkan</li></ul>
Menguasai Rangkaian Pengalih Besaran AD/DA	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dijelaskan fungsi dan kegunaan rangkaian pengalih besaran digital ke analog</li></ul>

## BAB II. KEGIATAN BELAJAR

### A. Kegiatan Belajar I : Pembangkit Pulsa

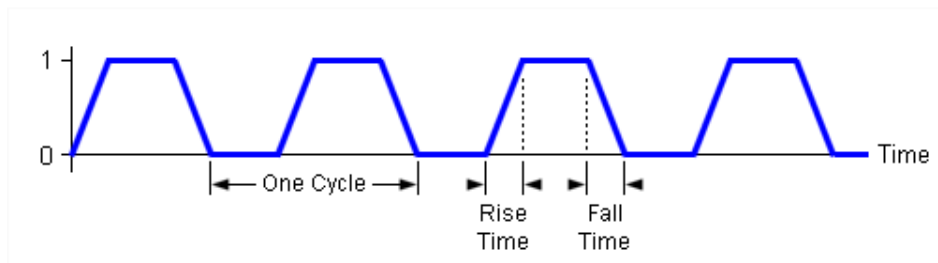
#### 1. Pembangkit Pulsa Astable Multivibrator

##### I. Kriteria Unjuk Kerja

- Mampu mengetahui prinsip rangkaian multivibrator astabil.
- Mampu menentukan frekuensi pulsa segiempat pada multivibrator astabil.
- Mampu menghitung nilai komponen-komponen yang dipakai pada multivibrator astabil.

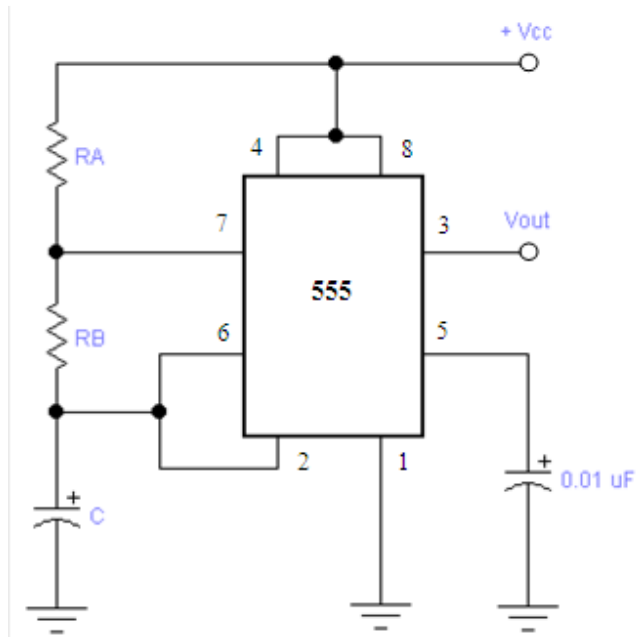
##### II. Teori Penunjang

Yang dimaksud dengan multivibrator astabil adalah rangkaian elektronika logika yang dapat menghasilkan pulsa berbentuk segiempat. Rangkaian ini cukup banyak digunakan dalam rangkaian digital yang berfungsi sebagai clock generator. Pulsa clock ini dapat digambarkan sebagai berikut :



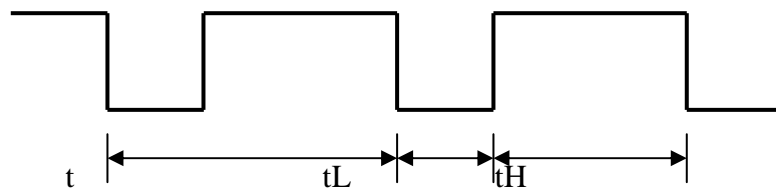
Gambar 1. Bentuk Pulsa Clock

Pulsa ini berfungsi untuk detak penghitung, mengatur waktu atau kerja suatu sistem digital dan lain-lain. Pembangkit pulsa astable multivibrator dapat dibangun menggunakan IC pewaktu NE 555 , Resistor dan Kapasitor seperti gambar rangkaian di bawah ini:



Gambar 2. Rangkaian Multivibrator Astabil

Frekuensi dari keluaran (kaki 3) dan hasil pulsanya ditentukan pada perbandingan dari komponen-komponen  $R_A$ ,  $R_B$  dan  $C$ .



$t$  : periode

$t_L$  : periode saat pulsa 0 (low).

$t_H$  : periode saat pulsa 1 (high).

**Rumus perhitungan :**

$$t = t_L + t_H$$

$$t = 0,693 (R_A + 2 R_B) C$$

$$t_H = 0,693 (R_A + R_B) \cdot C$$

$$t = 1/f \text{ ..... ( detik )}$$

$$t_L = 0,693 \cdot R_B \cdot C$$

$$f = 1/t \text{ ..... ( Herzt )}$$

### III. Tugas

Hitunglah Frekuensi keluaran dari rangkaian pembangkit pulsa multivibrator astabil dibawah ini dengan nilai :

$$R_A = 10k \quad R_B = 1k2 \quad \text{dan } C = 100nF \quad F = \dots\dots\dots$$

### VI. Alat dan Bahan

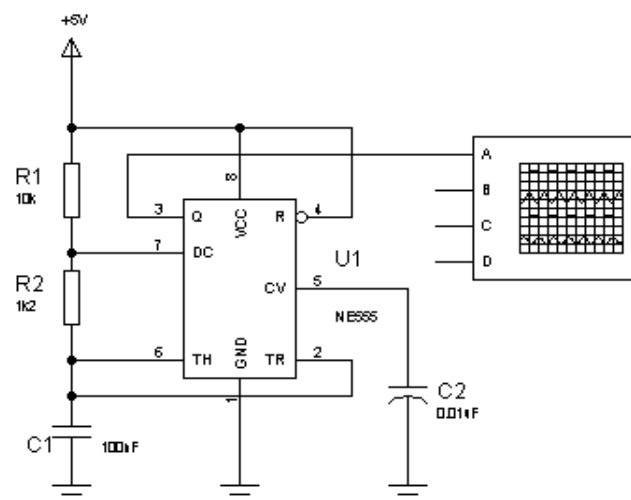
1. Multi meter dan CRO
2. Catu daya 5 Volt DC
3. IC NE 555 .....1 buah
4. Resistor 10k . .....1 buah
5. Resistor 1k2 ..... .....1 buah
6. Capacitor 100 nF .....1 buah
7. Capacitor 100UF .....1 buah

### V. Keselamatan Kerja

1. Pemberian sumber tegangan pada IC NE 555
2. Sesuaikan batas ukur alat dengan besaran yang akan diukur
3. Periksa rangkaian dengan teliti sebelum melakukan pengukuran

### VI. Langkah kerja

1. Rangkai rangkaian seperti gambar di bawah ini



Gambar 3. Rangkaian Pengamatan Multiivibrator astabil

2. Periksa rangkaian dengan teliti sebelum memberikan tegangan catu 5 Volt.
3. Lakukan pengukuran frekuensi keluaran menggunakan CRO untuk frekuensi rendah dan tinggi dengan memindah selektor.
4. Gambarkan bentuk gelombang keluarannya.
5. Periksakan hasil pengukuan kepada guru
6. Buatlah kesimpulan dari hasil praktik.

## VII. Hasil Pengamatan


Tegangan = ..... DIV x ..... = .....

Periode ( t ) = ..... DIV x ..... = .....

$f = 1/t$  = ..... Hezt

## VIII. Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

.....

## **B. Kegiatan Belajar II : Pencacah Biner ( Penghitung )**

### **1. Pencacah Hexa IC 7493**

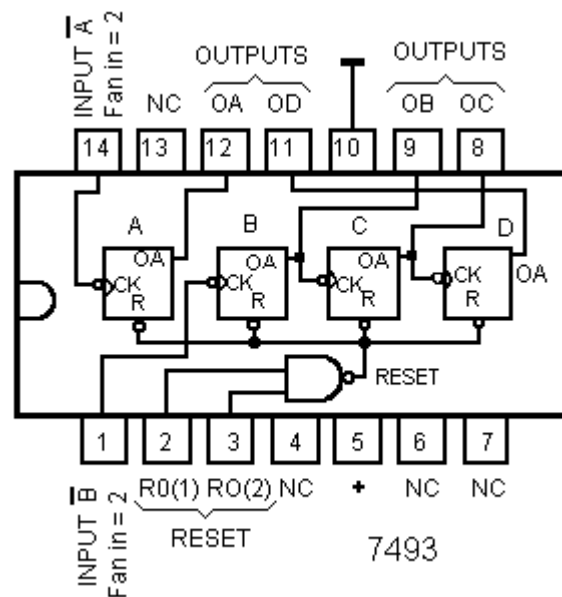
#### **I. Kriteria Unjuk Kerja**

- a. Mampu mengetahui prinsip rangkaian pencacah/penghitung.
- b. Mampu menganalisa cara kerja rangkaian pencacah biner IC 7493
- c. Mampu membuat tabel kebenaran rangkaian pencacah biner IC 7493

#### **II. Teori Penunjang**

Pencacah biner adalah sebuah register yang mampu menghitung jumlah pulsa detak (clock) yang masuk melalui masukan detaknya. Serpih IC 7493 merupakan pencacah biner 4 bit, yang berarti pencacah yang terdiri dari 4 elemen JK flip-flop yang di-set sebagai *toggle flip-flop* dan mampu mencacah  $2^n$ , dengan n sama dengan jumlah elemen flip-flop atau bit. Karena jumlah elemen flip-flop sama dengan 4 buah, maka disebut pencacah 4 bit yang mampu mencacah  $2^4 = 16$ .

Serpih IC 7493 termasuk pencacah asinkron atau tak serempak, sebab pulsa clock yang diberikan tidak secara serempak, yaitu masukan pulsa *clock* berikutnya mendapat dari keluaran Q flip-flop sebelumnya. Jika keluaran Q sebagai data biner maka keluaran pencacah terdiri dari QA, QB, QC dan QD. Keluaran QD merupakan bit yang paling berarti (*MSB = Most Significant Bit*) sedang QA merupakan bit kurang berarti (*LSB = Last Significant Bit*). Secara dasar pencacah biner 4 bit akan menghitung atau mempunyai data biner dari 0000 hingga 1111 ( 0 – 15 ). Pada serpih IC 7493, jika masukan R0=1 dan R1=1, menyebabkan pencacah biner pada kondisi *reset*. Keadaan *reset* terjadi karena masukan *clear* bekerja *active low* (logika 0). Jika salah satu atau semua masukan R0 dan R1 mendapat logika 0, maka pencacah akan menghitung sesuai dengan jumlah pulsa clocknya.



Gambar 1. IC 7493

### III. Alat dan Bahan

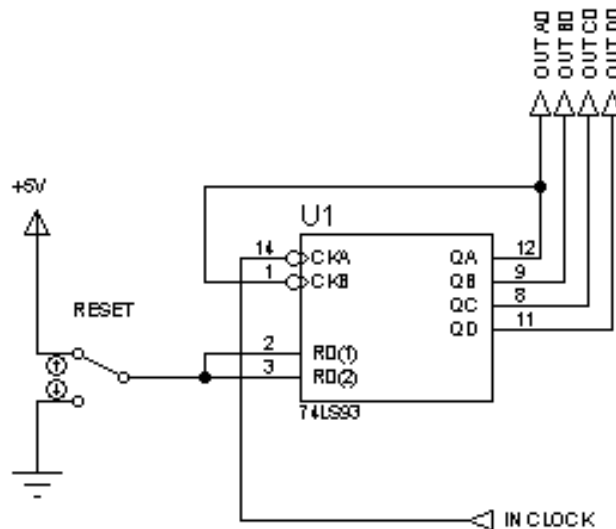
1. Multi meter
2. Catu daya + 5 Volt dan pembangkit pulsa clock.
3. IC 7493 .....1 buah
4. Resistor 220 Ohm ..... 4 buah
5. LED hijau ..... 4 buah
6. Kabel penghubung

### IV. Keselamatan Kerja

1. Pemberian sumber tegangan pada kaki-kaki IC 7493 jangan sampai salah.
2. Sambung soket output IC 7493 ke rangkaian LED indikator dengan benar.
3. Masukkan sumber tegangan 5 Volt, jika rangkaian yang dibuat sudah diteliti dan benar.

## V. Langkah Kerja

1. Pasang rangkaian dan LED dan resistor seri pada masing-masing keluaran QD0 sampai QA0. Menggunakan soket seperti gambar berikut



Gambar 2. Rangkaian Pencacah Hexa

2. Urutkan keluaran QD0 sampai QA0.
3. Hubungkan kaki 1 dan kaki 12 untuk membangun pencacah biner 4 bit secara lengkap.
4. Berikan logika 0 pada masukan *Reset* ( kaki 2 dan 3).
5. Catat ke tabel kebenaran keluaran QA, QB, QC dan QD sebelum diberikan pulsa *clock*
6. Berikan pulsa *clock* ke-1 dan seterusnya hingga rangkaian mencacah secara lengkap.
7. Amati perubahan keluaran QA, QB, QC dan QD, setiap pemberian pulsa *clock*.



## VI. Hasil Pengamatan

Clock	D	C	B	A	Desimal
-					
↓					
↓					
↓					
↓					
↓					
↓					
↓					
↓					
↓					
↓					

## VII. Tugas

1. Jelaskan apa yang terjadi, jika pulsa clock diberikan pada kaki 1 (Bin).
2. Jelaskan apa yang terjadi, jika salah satu dari masukan *Reset* mendapatkan logika 0
3. Jelaskan apa yang terjadi, jika kedua masukan *Reset* mendapatkan logika 1 (5V) ?
4. Sebutkan syarat yang harus dipenuhi supaya IC 7493 sebagai pencacah biner 4 bit

## VIII. Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## 2. Pencacah Desimal IC 7490

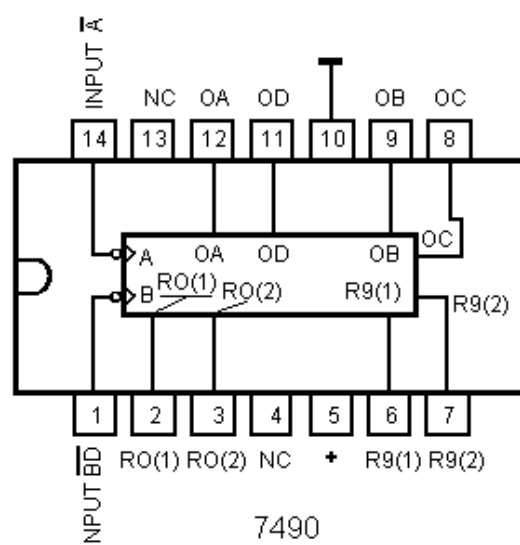
### I. Kriteria Unjuk Kerja

- Mampu mengetahui prinsip rangkaian pencacah/penghitung.
- Mampu menganalisa cara kerja rangkaian pencacah biner IC 7490
- Mampu membuat tabel kebenaran rangkaian pencacah biner IC 7490

### II. Teori Penunjang

IC yang berfungsi sebagai pencacah desimal, diantaranya ialah IC 7490. Pencacah ini dapat menghitung bilangan 0 sampai dengan 9. Oleh karena itu pencacah ini juga disebut sebagai pencacah modulus 10. Meskipun pencacah ini disebut sebagai modulus 10 sebagai dasarnya, namun masih memungkinkan untuk membentuk modulus yang lainnya.

Untuk dapat mencacah bilangan 0 sampai 999, maka dibutuhkan 3 buah IC 7490 yang dihubungkan secara deret, yaitu pada kaki QD IC ke-1 disambungkan ke kaki clock IC ke-2, dan QD IC ke-2 disambungkan ke kaki clock IC ke-3.



Gambar 1. IC 7490

### III. Alat dan Bahan

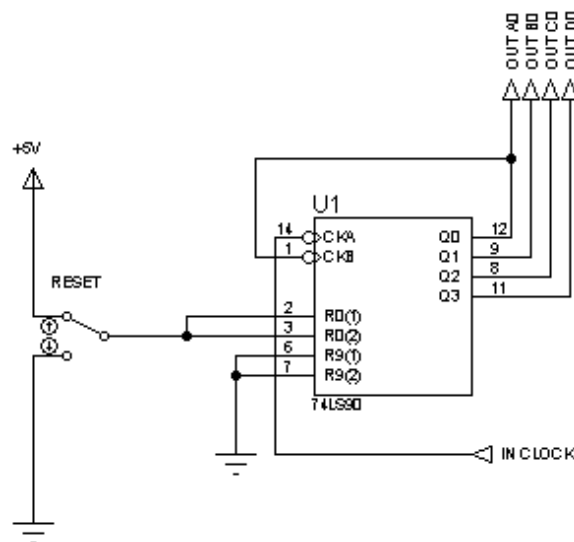
1. Catu daya + 5 Volt dan pembangkit pulsa clock.
2. Multimeter
3. IC 7490 .....3 buah
4. Resistor 220 Ohm ..... 4 buah
5. LED hijau ..... 4 buah
6. Kabel penghubung

### IV. Keselamatan Kerja

1. Pemberian sumber tegangan pada kaki-kaki IC 7493 jangan sampai salah.
2. Sambung soket output IC 7493 ke rangkaian LED indikator dengan benar.
3. Masukkan sumber tegangan 5 Volt, jika rangkaian yang dibuat sudah diteliti dan benar.

### V. Langkah Kerja

1. Pasang rangkaian dan hubungkan dengan LED masing-masing keluaran QD0 sampai QA0. Menggunakan soket seperti gambar berikut



Gambar 2. Rangkaian Pencacah Desimal 0-9

2. Urutkan keluaran dimulai dari QD0 sampai QA0
3. Hubungkan kaki 1 dan kaki 12 untuk membangun pencacah biner 4 bit

4. Berikan logika 0 pada masukan semua *Reset*
5. Catat ke tabel kebenaran keluaran QA, QB, QC dan QD sebelum diberikan pulsa *clock*
6. Berikan pulsa *clock* ke-1 dan seterusnya hingga rangkaian mencacah secara lengkap.
7. Amati perubahan keluaran QA, QB, QC dan QD, setiap pemberian pulsa *clock*

#### VI. Hasil Pengamatan

Clock	D	C	B	A	Desimal
-					
↓					
↓					
↓					
↓					
↓					
↓					
↓					
↓					
↓					
↓					

#### VII. Tugas

1. Jelaskan apa yang terjadi, jika pulsa clock diberikan pada kaki 1 (Bin).
2. Jelaskan apa yang terjadi, jika salah satu dari masukan semua Reset mendapatkan logika 0
3. Jelaskan apa yang terjadi, jika kedua masukan Reset R0(1) dan R0(2) mendapatkan logika 1 (5V) ?
4. Sebutkan syarat yang harus dipenuhi supaya IC 7490 sebagai pencacah biner 4 bit atau 8 bit

#### VIII. Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

.

### **3. PENCACAH IC 7490 KE 7 SEGMENT**

#### **I. Kriteria Unjuk Kerja**

1. Mampu menganalisa cara kerja rangkaian pencacah IC 7490 ke penampil 7 segment.
2. Mampu membangun rangkaian pencacah IC 7490 ke penampil 7 segment.
3. Mampu membuat tabel kebenaran rangkaian pencacah IC 7493 ke penampil 7 segment.

#### **II. Teori Penunjang**

Decoder adalah suatu rangkaian logika yang digunakan untuk mengubah bilangan biner ke dalam bentuk bilangan desimal. Contoh IC yang digunakan untuk merubah sistem bilangan biner ke desimal adalah IC 7447 (Decoder/driver BCD ke 7 segment). Aplikasi dari IC 7447 dapat mengkonversikan masukan BCD menjadi kondisi-kondisi pulsa digital yang dapat menyalakan angka desimal pada 7 segment. Penampil 7 segment yang sesuai dengan IC 7447 adalah 7 segment common anoda, karena IC 7447 saat aktif akan mengeluarkan logika 0. Sedangkan untuk 7 segment common katoda, IC yang sesuai ialah IC 7448, dimana saat aktif akan mengeluarkan logika 1.

IC yang berfungsi sebagai decoder, diantaranya ialah IC 7490. Pencacah ini dapat menghitung bilangan 0 sampai dengan 9. Dari IC 7490 penampil 7 segment dapat menampilkan semua bilangan desimal 0 sampai dengan 9 tentunya dengan menambahkan IC 7447 sebelum 7 segment. Dengan mengkombinasikan dua buah IC 7490, dapat dibangun pencacah 0 sampai dengan 11 atau 0 sampai dengan 23 (dasar bilangan jam) dan pencacah 0 sampai dengan 59 (untuk dasar bilangan menit atau detik).

### III. Alat dan Bahan

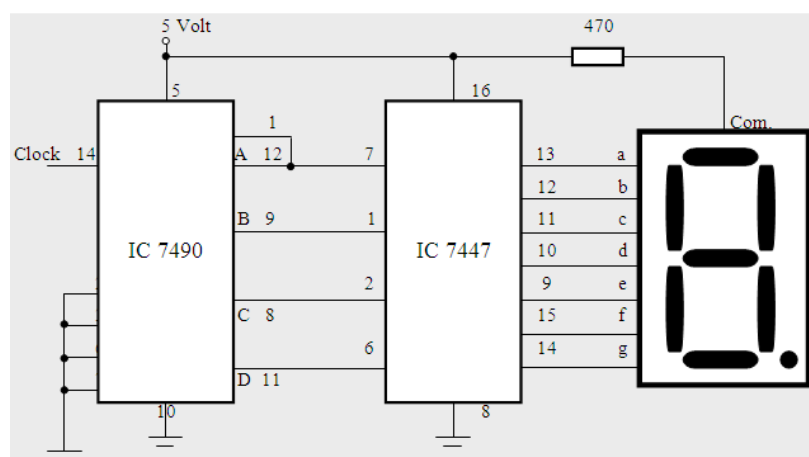
1. Multi meter
2. Catu daya + 5 Volt dan pembangkit pulsa clock.
3. IC 7490 .....1 buah
4. IC 7447 ..... 1 buah
5. Resistor 470 Ohm ..... 1 buah
6. 7 Segment ..... 1 buah
7. Kabel penghubung

### VI. Keselamatan Kerja

1. Pemberian sumber tegangan pada kaki-kaki IC 7490 dan IC 7447 jangan sampai salah.
2. Pasang resistor 470 pada kaki common 7 segment sebagai pengaman.
3. Periksa / ukur tegangan sumber pada catu daya sebesar 5 Volt.
4. Masukkan sumber tegangan 5 Volt, jika rangkaian yang dibuat sudah diteliti dan benar.

### V. Langkah Kerja

1. Susun rangkaian pencacah IC 7490 dengan 7 segment sesuai gambar kerja.



2. Hubungkan kaki 1 dan kaki 12 untuk membangun pencacah secara lengkap.
3. Catat ke tabel kebenaran keluaran A, B, C dan D dan tampilan 7 segment, sebelum diberikan pulsa *clock*.
4. Berikan pulsa *clock* ke-1 dan seterusnya hingga rangkaian mencacah secara lengkap.
5. Amati perubahan keluaran A, B, C dan D, dan tampilan 7 segment setiap pemberian pulsa *clock*.
6. Tulis hasil pengamatan pada tabel kebenaran.

## VI. Hasil Pengamatan

Clock	D	C	B	A	7 Segment
-					
↓					
↓					
↓					
↓					
↓					
↓					
↓					
↓					

## VII. Tugas

1. Dari gambar pencacah di atas sebutkan bilangan tertinggi yang dapat ditampilkan : ....., logikanya adalah : A = .., B = ....., C = ....., dan D = .....
2. Gambarkan rangkaian pencacah yang dapat menampilkan angka 0 - 999

## VIII. Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### C. Kegiatan Belajar III : Rangkaian Pengubah

#### 1. Pengubah Digital Ke Analog (DAC)

##### I. Kriteria Unjuk Kerja

1. Mampu menganalisa cara kerja rangkaian Pengubah Digital ke Analog.
2. Mampu membuat tabel kebenaran rangkaian Pengubah Digital ke Analog.

##### II. Teori Penunjang

Pengubah digital ke analog adalah suatu sistem penerima suatu data yang berbentuk digital untuk diterjemahkan atau diubah ke dalam bentuk tegangan atau arus analog. Data digital dinyatakan dalam berbagai kode, yang paling umum ialah biner murni atau biner dikode desimal (binary coded decimal, BCD).

DAC 0808 terdiri dari 8 saklar elektronik yang dikendalikan oleh logika bit masukan. Disamping itu terdapat jaringan R-2R ladder, rangkaian bias dan rangkaian tegangan referensi. Sinyal-sinyal masukan berupa data digital dari pencacah biner 8 bit akan diubah menjadi arus. Untuk mengubah menjadi tegangan diperlukan rangkaian pengubah arus ke tegangan yaitu dengan menggunakan *Op-Amp* dan sebuah tahanan umpan balik. Kondisi masukan pada A1-A8 menentukan kondisi saklar elektronik S1-S8. Saat logika 0 jaringan R-2R akan terhubung ke pertanahan dan saat logika 1 jaringan R-2R akan terhubung ke tegangan referensi. Besarnya  $I_o$  dan  $V_o$  tergantung dari kombinasi masukan data. DAC 0808 mempunyai masukan 8 bit sehingga mempunyai 256 kombinasi, kombinasi masukan =  $2^n$  (n adalah jumlah bit)

Untuk menentukan tegangan keluarannya dapat dicari menggunakan rumus

$$I_o = [(A_1/2^1) + (A_2/2^2) + (A_3/2^3) + \dots + (A_n/2^n)] \times V_{ref}/R$$

$$V_o = [(A_1/2^1) + (A_2/2^2) + (A_3/2^3) + \dots + (A_n/2^n)] \times V_{ref}/R_f/R$$



Dimana :  $V_{ref}$  : Tegangan referensi yang diberikan ke DAC  
 $R_f$  : Tahanan umpan balik pada Op-Amp  
 $R$  : Tahanan pada tegangan referensi  
 $A_1-A_n$  : bilangan biner (bit 0-bit 8)  
 $2^1-2^n$  : bilangan pembagi (bit 1-bit 8)

### **III. Alat dan Bahan**

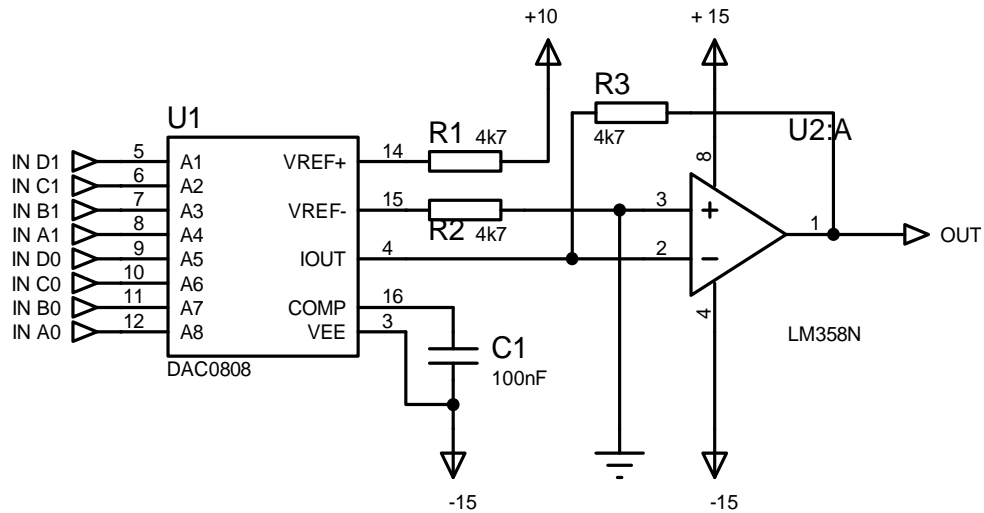
1. Multi meter
2. Pembangkit pulsa clock
2. Catu daya 5 V
3. Catu daya 10 V sebagai  $V_{ref}$
4. Catu daya simetris  $\pm 15V$
5. IC DAC 0808..... 1 buah
6. IC TL 072..... 1 buah
7. LED hijau..... 8 buah
8. Kabel penghubung

### **VI. Keselamatan Kerja**

1. Pemberian sumber tegangan pada kaki IC DAC 0808 dan TL 072 jangan sampai salah
2. Masukkan sumber tegangan, jika rangkaian yang dibuat sudah diteliti dan benar.

## V. Langkah Kerja

1. Susun rangkaian perubah digital ke analog sesuai gambar di bawah ini



2. Berikan logika pada pintu masukan sesuai dengan tabel kebenaran.
3. Catat hasil pengukuran dan pengamatan ke dalam tabel kebenaran.

## VI. Hasil Pengamatan

[illegible]

## **VII. Tugas**

1. Berapa nilai dari output IC DAC 0808 jika inputnya A0 – D1 bernilai 0 semua?
2. Berapa nilai dari output IC DAC 0808 jika inputnya A0 – D1 bernilai 1 semua?

## **VIII. Kesimpulan**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## **D. Kegiatan Belajar IV : Trainer Voltmeter Digital**

### **1. Penggunaan Trainer Voltmeter Digital**

#### **I. Kriteria Unjuk Kerja**

1. Mampu menganalisa cara kerja rangkaian Trainer Voltmeter Digital.
2. Mampu merangkai rangkaian menjadi sebuah Trainer Voltmeter Digital

#### **II. Teori Penunjang**

Trainer voltmeter digital ini bekerja dengan cara menggabungkan beberapa rangkaian sehingga menjadi satu kesatuan yaitu alat ukur voltmeter digital. Setelah dilakukan penggabungan dan perakitan alat ini dapat digunakan sebagai voltmeter digital. Cara kerjanya yaitu saat digunakan untuk mengukur tegangan, rangkaian komparator akan membandingkan tegangan input ( $V_i$ ) yang sudah diturunkan dengan tegangan referensi dari rangkaian konverter DAC, jika  $V_i$  masih lebih besar dari  $V_{ref}$  maka output komparator akan bernilai *high* (1) sehingga rangkaian pengontrol masukan pulsa akan aktif dan rangkaian pencacah akan melakukan pencacahan. Saat  $V_{ref} > V_i$  maka output komparator akan bernilai *low* (0) dan menyebabkan rangkaian pengontrol masukan pulsa tidak aktif atau tertutup sehingga menyebabkan rangkaian pencacah akan berhenti mencacah dan rangkaian display 7 segment akan menampilkan hasil pengukuran.

### **III. Alat dan Bahan**

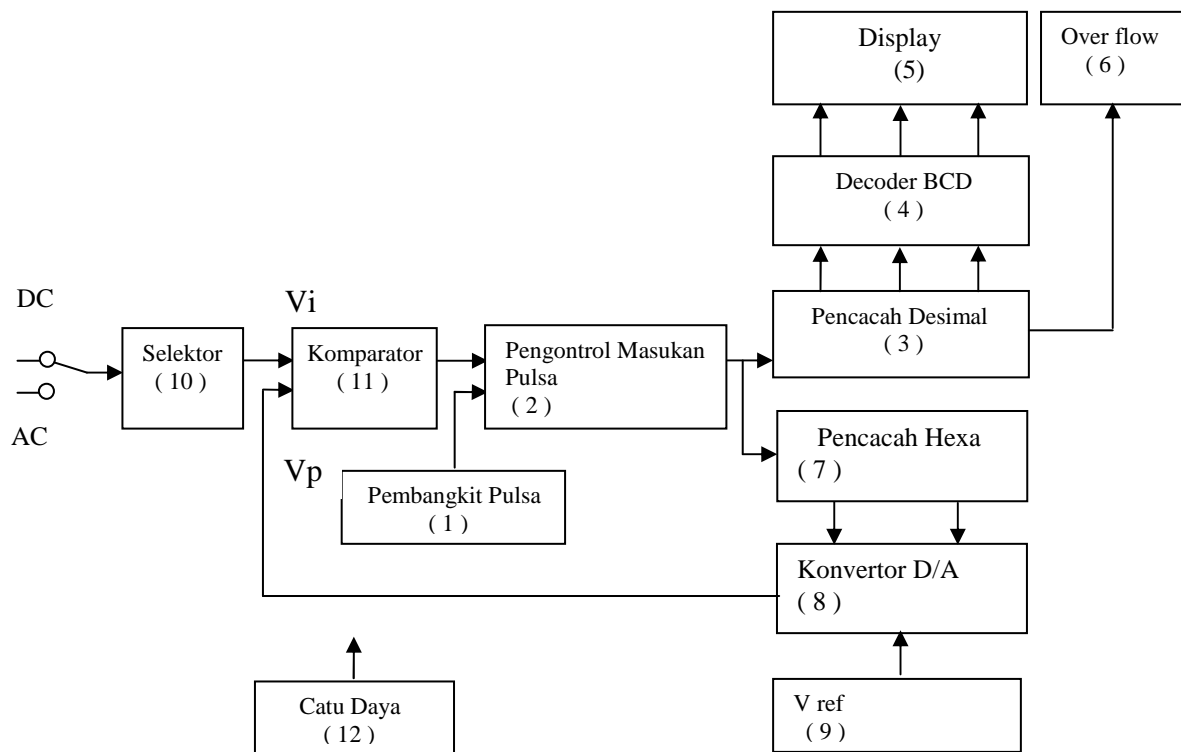
1. Rangkaian pembangkit pulsa
2. Pengontrol masukan pulsa
3. Pencacah decimal IC 7490
4. Pencacah hexa IC 7493
5. BCD ke 7-segment
6. Penampil 7 segment
7. *Over flow*
8. Konverter digital to analog ( DAC )
9. V referensi (  $V_{ref}$  )
10. Komparator pembandingan
11. Rangkaian selector AC DC
12. Rangkaian catu daya

### **VI. Keselamatan Kerja**

1. Pemberian sumber tegangan pada masing-masing blok rangkaian jangan sampai salah.
2. Pemasangan soket / kabel penghubung harus sesuai.
3. Masukkan sumber tegangan, jika rangkaian yang dibuat sudah diteliti dan benar.

### **V. Langkah Kerja**

1. Rangkailah rangkaian sesuai dengan gambar di bawah ini

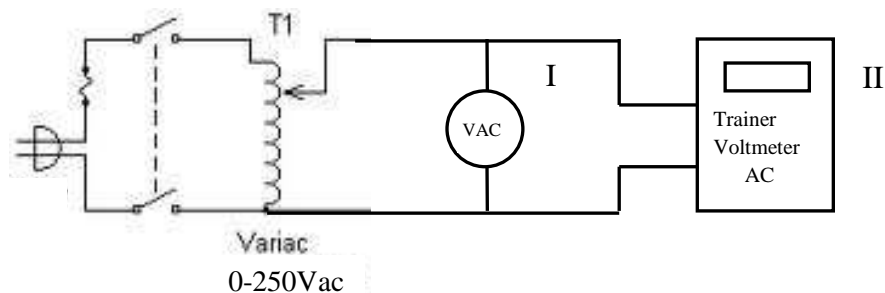


Gambar 1. Blok Diagram Trainer Voltmeter Digital

Berikut ini langkah pengujian dari trainer voltmeter digital yang difungsikan sebagai voltmeter AC dan voltmeter DC.

- a. Pengujian Trainer yang difungsikan sebagai voltmeter AC.

Prosedur pengamatan trainer voltmeter digital diset untuk pengukuran AC ditunjukkan pada gambar berikut :

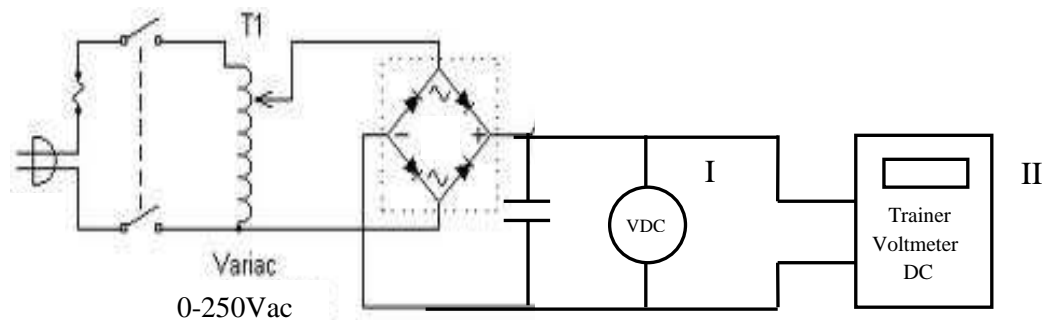


Gambar 1. Pengukuran dengan Trainer Voltmeter AC

Langkah yang dilakukan sebagai berikut :

- Menghidupkan trafo variac.
  - Memasang probe voltmeter dan trainer voltmeter.
  - Menghidupkan trainer voltmeter dengan cara menekan tombol On pada tombol power.
  - Memilih selector untuk pengukuran AC dan memutar potensiometer kalibrasi.
  - Melakukan pengukuran pada output variac dengan memutar potensiometer mengikuti skala yang ada pada variac.
  - Mengamati tegangan yang terukur pada voltmeter (I) dan yang tertampil pada trainer voltmeter (II).
  - Mencatat hasil pengamatan pada Tabel 1.
- b. Pengujian Trainer yang difungsikan sebagai voltmeter DC.

Prosedur pengamatan trainer voltmeter digital diset untuk pengukuran DC ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2. Pengukuran dengan Trainer Voltmeter DC

Langkah yang dilakukan sebagai berikut :

- Menghidupkan trafo variac dan memasang rangkaian penyearah
- Memasang probe voltmeter dan trainer voltmeter.
- Menghidupkan trainer voltmeter dengan cara menekan tombol On pada tombol power.
- Memilih selector untuk pengukuran DC dan memutar potensiometer kalibrasi.
- Melakukan pengukuran pada output variac dengan memutar potensiometer mengikuti skala yang ada pada variac.
- Mengamati tegangan yang terukur pada voltmeter (I) dan yang tertampil pada trainer voltmeter (II).
- Mencatat hasil pengamatan pada Tabel 2.



## VI. Hasil Pengamatan

Tabel 1. Tabel Pengujian Menggunakan Tegangan AC

Skala pada Variac	Hasil Pengukuran ( V AC )		
	Voltmeter AC digital UT 60E	Trainer diset sebagai Voltmeter AC	Kesalahan
0			
5			
10			
15			
20			
25			
30			
35			
40			
45			
50			
55			
60			
65			
70			
75			
80			
85			
90			
95			
100			
105			
110			
115			
120			
125			
130			
135			
145			
150			
155			
160			
165			
170			
175			
180			
185			
190			
195			
200			
205			
210			
215			
220			

Tabel 2. Tabel Pengujian Menggunakan Tegangan DC

Skala pada Variac	Hasil Pengukuran ( V DC )		
	Voltmeter DC digital UT 60E	Trainer diset sebagai Voltmeter DC	Kesalahan
0			
5			
10			
15			
20			
25			
30			
35			
40			
45			
50			
55			
60			
65			
70			
75			
80			
85			
90			
95			
100			
105			
110			
115			
120			
125			
130			
135			
140			
145			
150			
155			
160			
165			
170			
175			
180			
185			

## **VII. Tugas**

1. Apa yang terjadi pada trainer voltmeter digital jika nilai  $V_p > V_i$ ?
2. Apa yang terjadi jika pengontrol masukan pulsa tidak mendapat masukan clock dari pembangkit pulsa?
3. Pengukuran pada Trainer voltmeter digital akan menunjukkan over flow jika bagaimana?

## **VIII. Kesimpulan**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## BAB III

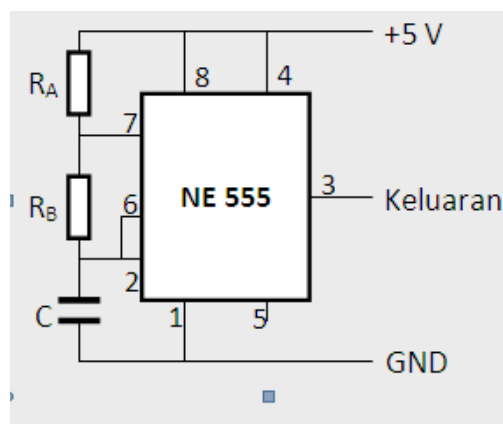
### EVALUASI

#### A. Pertanyaan

1. Gambarkan rangkaian pembangkit pulsa menggunakan IC NE 555 (Multivibrator Astabil)!
2. Jelaskan cara kerja IC 7493 agar dapat berfungsi sebagai pencacah hexa dengan benar
3. Jelaskan cara kerja IC 7490 agar dapat berfungsi sebagai pencacah decimal dengan benar
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan pengubah digital ke analog atau DAC
5. Jelaskan cara kerja dari Trainer Voltmeter Digital yang anda pelajari pada modul ini.

#### B. Jawaban

1.



2. Cara kerja IC 7493 agar dapat berfungsi sebagai pencacah hexa dengan benar yaitu hubungkan pin no.1 (clock B) dengan pin no.12 selanjutnya pin reset pada masukan pin no.2 R0(1) dan pin no.3 R0(2) salah satu atau semuanya diberi logika 0 dan pin no. 14 (clock A) sebagai inputan clock diberi masukan clock.

3. Cara kerja IC 7490 agar dapat berfungsi sebagai pencacah desimal dengan benar yaitu hubungkan pin no.1 (clock B) dengan pin no.12 selanjutnya pin reset pada masukan pin no.2 R0(1), pin no.3 R0(2), pin no. 6 R9(1) dan pin no.7 R9(2) semuanya diberi logika 0 dan pin no. 14 (clock A) sebagai inputan clock diberi masukan clock.
4. Pengubah digital ke analog atau DAC adalah suatu sistem penerima suatu data yang berbentuk digital untuk diterjemahkan atau diubah ke dalam bentuk tegangan atau arus analog.
5. Cara kerja dari Trainer Voltmeter Digital yaitu saat digunakan untuk mengukur tegangan, rangkaian komparator akan membandingkan tegangan input ( $V_i$ ) yang sudah diturunkan dengan tegangan referensi ( $V_p$ ) dari rangkaian konverter DAC, jika  $V_i$  masih  $> V_p$  maka output komparator akan bernilai *high* (1) sehingga rangkaian pengontrol masukan pulsa akan aktif dan rangkaian pencacah akan melakukan pencacahan. Saat  $V_p > V_i$  maka output komparator akan bernilai *low* (0) dan menyebabkan rangkaian pengontrol masukan pulsa tidak aktif atau tertutup sehingga menyebabkan rangkaian pencacah akan berhenti mencacah dan rangkaian display 7 *segment* akan menampilkan hasil pengukuran.

### C. Kriteria Penilaian

#### Nilai Praktek

Aspek yang dinilai	Keterangan	Persentase penilaian
Kedisiplinan	Presensi dan ketepatan waktu berangkat.	10 %
Sikap (aspek psikomotorik)	Sikap dan keaktifan siswa saat KBM berlangsung.	10 %
Kerjasama	Cara menyelesaikan masalah kelompok saat praktek.	10 %
Hasil kerja	Kesesuaian hasil kerja/ praktek dengan <i>job sheet</i> .	40 %
Laporan (aspek kognitif)	Kemampuan menyampaikan proses dan hasil kerja praktek, menganalisa data hasil kerja praktek, ketepatan jawaban dan kerapian.	30 %
<b>JUMLAH</b>		<b>100 %</b>

$$N = \frac{s + d + k + 4hk + 3l}{10}$$

Keterangan: N = Nilai

s = sikap waktu praktek

d = kedisiplinan

k = kerjasama

hk = hasil kerja

l = laporan

Rentang penilaian: 0 sampai 10

#### Nilai Teori / Evaluasi

Tipe Pertanyaan	Jumlah Soal	Skor per soal	Nilai Total
Uraian	5	2	10

KKM = 7,6

## **BAB IV**

### **PENUTUP**

Setelah menyelesaikan modul ini dan mengerjakan semua tugas serta evaluasi maka berdasarkan kriteria penilaian, peserta didik dapat dinyatakan lulus/tidak lulus. Apabila dinyatakan lulus maka dapat melanjutkan ke modul pembelajaran berikutnya sesuai dengan alur peta kedudukan modul, sedangkan apabila dinyatakan tidak lulus maka peserta didik harus mengulang pembelajaran pada modul ini dan tidak diperkenankan mengambil modul selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

Ibrahim,KF. (1996). *Teknik Digital*. Yogyakarta : Andi Offset.

Tooley, Mike (2002). *Rangkaian Elektronik Prinsip dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga

Wasito, S. (1985). *Teknik Ukur dan Piranti Ukur Elektronik*. Jakarta : Multi Media Gramedia Group.



## Lampiran 5. Silabus

## SILABUS

**Nama Sekolah** : SMK N 2 YOGYAKARTA  
**Kompetensi Keahlian** : Teknik Audio Video  
**Mata Pelajaran** : Kompetensi Kejuruan (Teknik Kontrol)  
**Kelas/Semester** : XI/3  
**Standar Kompetensi** : Menguasai Teknik Digital Sekuensial  
**Kode Kompetensi** : 064.KK.30  
**Durasi Pembelajaran** : 60 x 45 menit

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	KARAKTER BANGSA	KKM				ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR
						Kp	DD	In	Nilai KKM	TM	PS	PI	
30.1. Rangkaian Pem bangkit Pulsa Clock.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diterangkan cara menentukan panjang gelombang pulsa clock.</li> <li>Diterangkan fungsi dari clock.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Macam-macam rangkaian pem-bangkit pulsa Clock.</li> <li>Menghitung fre-kuensi/panjang gelombang pulsa clock dari IC NE 555.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menjelaskan rangkai-an pembangkit pulsa clock dengan IC 555.</li> <li>Menjelaskan cara menentukan panjang gelombang pulsa clock dari IC NE 555.</li> <li>Menjelaskan rang-kaian pembangkit pulsa clock meng-gunakan gerbang logika NOT.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tes tulis</li> <li>Observasi/ peng-amatan</li> <li>Kerja kelom-pok</li> </ul>	Rasa ingin tahu Kreativ Tanggung jawab Mandiri				7,60	2	14 ((28)	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teknik Digital Oleh : F. Suryatmo</li> <li>Mikro Elek-tronika 1 &amp; 2 oleh :Jacob Milman Sutanto</li> <li>Job sheet/Modul PPPGT Malang</li> </ul>
30.2. Menguasai Rang-kaian Pencacah	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diterangkan jenis-jenis rang-kaian pencacah biner.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rangkaian peng-hitung biner sin-kron</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menjelaskan rangkai-an penghitung naik (Up</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tes tulis</li> <li>Observasi/ peng-</li> </ul>	Rasa ingin tahu Kreativ				7,60	4	16 ((32)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Teknik Digital Oleh : F. Suryatmo</li> </ul>

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	KARAKTER BANGSA	KKM				ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR
						Kp	DD	In	Nilai KKM	TM	PS	PI	
Biner.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dijelaskan perbedaan pencah sinkor dengan pencacah tak sinkron</li> <li>Disebutkan jenis-jenis rangkaian display dan digambarkan bagaimana angka dan huruf ditampilkan.</li> </ul>	dan tak sinkron. <ul style="list-style-type: none"> <li>Tabel kebenaran rangkaian penghitung</li> <li>Penampil 7 segment</li> </ul>	Counter) dan penghitung turun (Down Counter) tak sinkron. <ul style="list-style-type: none"> <li>Menjelaskan rangkaian penghitung naik (Up counter) dan penghitung turun (Down Counter) sinkron.</li> <li>Menjelaskan rangkaian penghitung dengan modulus.</li> <li>Menjelaskan rangkaian BCD to Seven Segment.</li> <li>Menjelaskan rangkaian Shift Register.</li> <li>Menjelaskan rangkaian Johnson.</li> <li>Menjelaskan rangkaian Ring-Counter.</li> </ul>	amatan <ul style="list-style-type: none"> <li>Kerja kelompok</li> <li>Tes tulis</li> <li>Observasi/pengamatan</li> <li>Kerja kelompok</li> </ul>	Tanggung jawab Mandiri								<ul style="list-style-type: none"> <li>Mikro Elektronika 1 &amp; 2 oleh :Jacob Milman Sutanto</li> <li>Job sheet/Modul PPPGT Malang</li> </ul>
30.3. Menguasai Rangkaian Multiplexer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dijelaskan perbedaan antara rangkaian mul-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rangkaian multi-plexer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menjelaskan rangkaian multiplexer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tes tulis</li> <li>Observasi/peng-</li> </ul>	Rasa ingin tahu Kreatif				7,60	2	10 ((20)	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teknik Digital Oleh : F. Suryatmo</li> </ul>

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	KARAKTER BANGSA	KKM				ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR
						Kp	DD	In	Nilai KKM	TM	PS	PI	
dan Demultiplexer.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tiplekser dengan demul-tiplekser.</li> <li>• Dijelaskan kegunaan multiplexer dan demul-tiplekser.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rangkaian demultiplexer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjelaskan rangkai-an demultiplexer.</li> <li>• Multiplexer/demultiplexer dengan tampilan 7 segment.</li> </ul>	amatan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kerja kelom-pok</li> </ul>	Tanggung jawab Mandiri								<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikro Elektronika 1 &amp; 2 oleh :Jacob Milman Sutanto</li> <li>• Job sheet/Modul PPPGT Malang</li> </ul>
30.4. Menguasai Rangkaian Pengalih Besaran AD/DA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dijelaskan fungsi dan kegunaan rangkaian pengalih besaran ana-log ke digital.</li> <li>• Dijelaskan fungsi dan ke-gunaan rangkaian pengalih besaran analog ke digital.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rangkaian penga-lih besaran analog ke digital.</li> <li>• Rangkaian penga-lih besaran digital ke analog.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjelaskan rangkaian pengalih be-saran analog ke digital.</li> <li>• Menjelaskan rangkai-an pengalih be-saran digital ke analog.</li> </ul>		Rasa ingin tahu Kreatif Tanggung jawab Mandiri				7,60	2	10 ((20))		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teknik Digital Oleh : F. Suryatmo</li> <li>• Mikro Elektronika 1 &amp; 2 oleh :Jacob Milman Sutanto</li> <li>• Job sheet/Modul PPPGT Malang</li> </ul>

**Keterangan:**

- Kp : Kompleksitas (sukar-mudah) nilai 0 – 100  
 DD : daya dukung (sarana) nilai 0 – 100  
 Int : Intake (Kemampuan nilai 0 – 100  
 TM : Tatap muka  
 PS : Praktik di Sekolah (2 jam praktik di sekolah setara dengan 1 jam tatap muka)  
 PI : Praktek di Industri (4 jam praktik di Du/Di setara dengan 1 jam tatap muka)

## Lampiran 6. Spesifikasi Produk

### Spesifikasi Produk

*Trainer Voltmeter* sebagai Media Pembelajaran ini memiliki beberapa karakteristik pengoperasian seperti berikut ini :

- a. Membutuhkan tegangan input 220VAC/ 50 Hz
- b. Menggunakan tegangan kerja +5VDC, Ground untuk tegangan kerja masing-masing *board* rangkaian, +15VDC, Ground, -15VDC untuk *board* rangkaian komparator serta +10V sebagai tegangan referensinya.
- c. *Trainer Voltmeter Digital* ini terdiri dari:
  - 1) Rangkaian Pembangkit Pulsa
  - 2) Rangkaian Pengontrol Masukan Pulsa
  - 3) Rangkaian Pencacah Desimal
  - 4) Rangkaian Decoder BCD
  - 5) Rangkaian *Display*
  - 6) Rangkaian *Overflow*
  - 7) Rangkaian Pencacah Hexa
  - 8) Rangkaian DAC
  - 9) Rangkaian Komparator
  - 10) Rangkaian Selektor
  - 11) Rangkaian Catu daya dan Vref
- d. *Trainer Voltmeter Digital* saat digunakan sebagai alat ukur dapat untuk mengukur tegangan sampai 220 V AC maupun DC. Apabila pengukuran melebihi 220 V maka voltmeter digital ini akan *overflow*.

## Lampiran 7. Dokumentasi

## Dokumentasi



Gambar 1. Proses Validasi



Gambar 2. Proses Uji Pemakaian



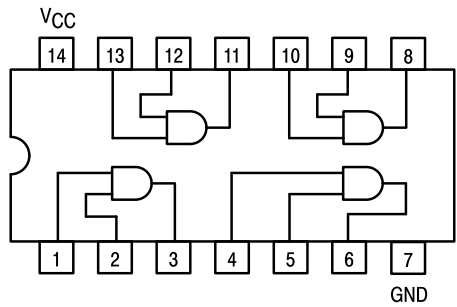
Gambar 3. Proses Siswa Mengisi Angket



## Lampiran 8. Data Sheet Komponen

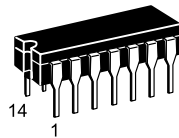


# QUAD 2-INPUT AND GATE

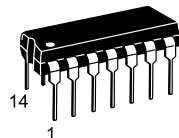


## SN54/74LS08

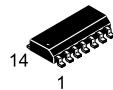
QUAD 2-INPUT AND GATE  
LOW POWER SCHOTTKY



J SUFFIX  
CERAMIC  
CASE 632-08



N SUFFIX  
PLASTIC  
CASE 646-06



D SUFFIX  
SOIC  
CASE 751A-02

### ORDERING INFORMATION

SN54LSXXJ	Ceramic
SN74LSXXN	Plastic
SN74LSXXD	SOIC

### GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
V <sub>CC</sub>	Supply Voltage	54 74	4.5 4.75	5.0 5.0	5.5 5.25	V
T <sub>A</sub>	Operating Ambient Temperature Range	54 74	-55 0	25 25	125 70	°C
I <sub>OH</sub>	Output Current — High	54, 74			-0.4	mA
I <sub>OL</sub>	Output Current — Low	54 74			4.0 8.0	mA

# SN54/74LS08

## DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

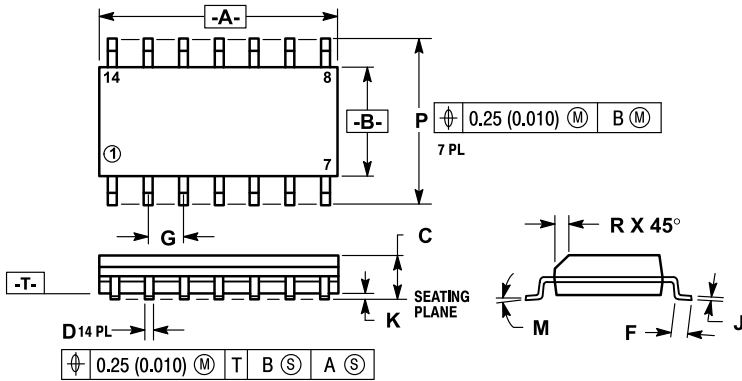
Symbol	Parameter		Limits			Unit	Test Conditions
			Min	Typ	Max		
$V_{IH}$	Input HIGH Voltage		2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs
$V_{IL}$	Input LOW Voltage	54			0.7	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs
		74			0.8		
$V_{IK}$	Input Clamp Diode Voltage			-0.65	-1.5	V	$V_{CC} = \text{MIN}$ , $I_{IN} = -18 \text{ mA}$
$V_{OH}$	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.5		V	$V_{CC} = \text{MIN}$ , $I_{OH} = \text{MAX}$ , $V_{IN} = V_{IH}$ or $V_{IL}$ per Truth Table
		74	2.7	3.5		V	
$V_{OL}$	Output LOW Voltage	54, 74		0.25	0.4	V	$I_{OL} = 4.0 \text{ mA}$
		74		0.35	0.5	V	$I_{OL} = 8.0 \text{ mA}$
$I_{IH}$	Input HIGH Current				20	$\mu\text{A}$	$V_{CC} = \text{MAX}$ , $V_{IN} = 2.7 \text{ V}$
					0.1	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$ , $V_{IN} = 7.0 \text{ V}$
$I_{IL}$	Input LOW Current				-0.4	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$ , $V_{IN} = 0.4 \text{ V}$
$I_{OS}$	Short Circuit Current (Note 1)		-20		-100	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$
$I_{CC}$	Power Supply Current Total, Output HIGH				4.8	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$
	Total, Output LOW				8.8		

Note 1: Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

## AC CHARACTERISTICS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions
		Min	Typ	Max		
$t_{PLH}$	Turn-Off Delay, Input to Output		8.0	15	ns	$V_{CC} = 5.0 \text{ V}$ $C_L = 15 \text{ pF}$
$t_{PHL}$	Turn-On Delay, Input to Output		10	20	ns	

**Case 751A-02 D Suffix**  
**14-Pin Plastic**  
**SO-14**

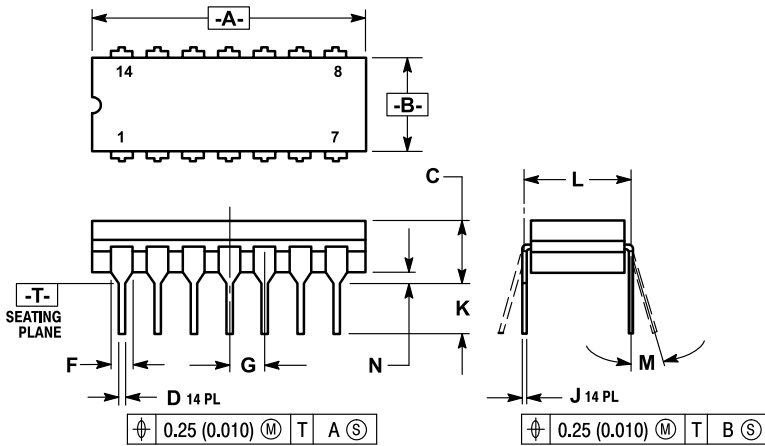


**NOTES:**

1. DIMENSIONS "A" AND "B" ARE DATUMS AND "T" IS A DATUM SURFACE.
2. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
3. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
4. DIMENSION A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
5. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
6. 751A-01 IS OBSOLETE, NEW STANDARD 751A-02.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	8.55	8.75	0.337	0.344
B	3.80	4.00	0.150	0.157
C	1.35	1.75	0.054	0.068
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.40	1.25	0.016	0.049
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.19	0.25	0.008	0.009
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	5.80	6.20	0.229	0.244
R	0.25	0.50	0.010	0.019

**Case 632-08 J Suffix**  
**14-Pin Ceramic Dual In-Line**

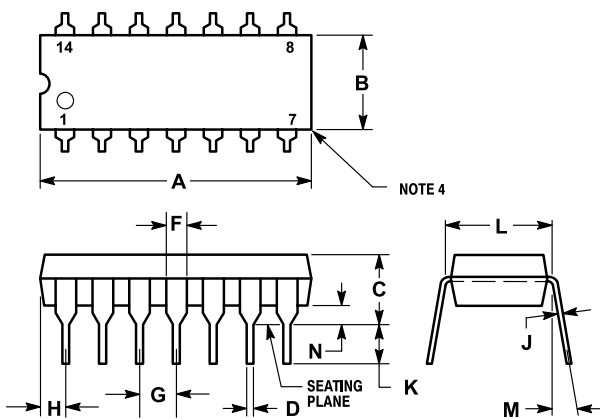


**NOTES:**

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.
4. DIM F MAY NARROW TO 0.76 (0.030) WHERE THE LEAD ENTERS THE CERAMIC BODY.
5. 632-01 THRU -07 OBSOLETE, NEW STANDARD 632-08.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	19.05	19.94	0.750	0.785
B	6.23	7.11	0.245	0.280
C	3.94	5.08	0.155	0.200
D	0.39	0.50	0.015	0.020
F	1.40	1.65	0.055	0.065
G	2.54 BSC		0.100 BSC	
J	0.21	0.38	0.008	0.015
K	3.18	4.31	0.125	0.170
L	7.62 BSC		0.300 BSC	
M	0°	15°	0°	15°
N	0.51	1.01	0.020	0.040


**Case 646-06 N Suffix**  
**14-Pin Plastic**



**NOTES:**

1. LEADS WITHIN 0.13 mm (0.005) RADIUS OF TRUE POSITION AT SEATING PLANE AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.
2. DIMENSION "L" TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
3. DIMENSION "B" DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
4. ROUNDED CORNERS OPTIONAL.
5. 646-05 OBSOLETE, NEW STANDARD 646-06.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	18.16	19.56	0.715	0.770
B	6.10	6.60	0.240	0.260
C	3.69	4.69	0.145	0.185
D	0.38	0.53	0.015	0.021
F	1.02	1.78	0.040	0.070
G	2.54 BSC		0.100 BSC	
H	1.32	2.41	0.052	0.095
J	0.20	0.38	0.008	0.015
K	2.92	3.43	0.115	0.135
L	7.62 BSC		0.300 BSC	
M	0°	10°	0°	10°
N	0.39	1.01	0.015	0.039

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters can and do vary in different applications. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and  are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

**Literature Distribution Centers:**

USA: Motorola Literature Distribution; P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036.

EUROPE: Motorola Ltd.; European Literature Centre; 88 Tanners Drive, Blakelands, Milton Keynes, MK14 5BP, England.

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; 4-32-1, Nishi-Gotanda, Shinagawa-ku, Tokyo 141, Japan.

ASIA PACIFIC: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; Silicon Harbour Center, No. 2 Dai King Street, Tai Po Industrial Estate, Tai Po, N.T., Hong Kong.



**MOTOROLA**





# DECADE COUNTER; DIVIDE-BY-TWELVE COUNTER; 4-BIT BINARY COUNTER

The SN54/74LS90, SN54/74LS92 and SN54/74LS93 are high-speed 4-bit ripple type counters partitioned into two sections. Each counter has a divide-by-two section and either a divide-by-five (LS90), divide-by-six (LS92) or divide-by-eight (LS93) section which are triggered by a HIGH-to-LOW transition on the clock inputs. Each section can be used separately or tied together (Q to  $\overline{CP}$ ) to form BCD, bi-quinary, modulo-12, or modulo-16 counters. All of the counters have a 2-input gated Master Reset (Clear), and the LS90 also has a 2-input gated Master Set (Preset 9).

- Low Power Consumption . . . Typically 45 mW
- High Count Rates . . . Typically 42 MHz
- Choice of Counting Modes . . . BCD, Bi-Quinary, Divide-by-Twelve, Binary
- Input Clamp Diodes Limit High Speed Termination Effects

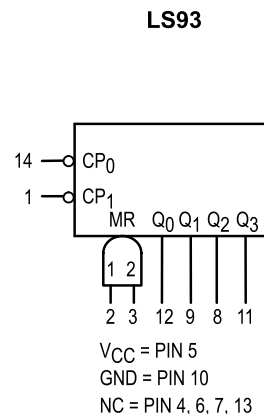
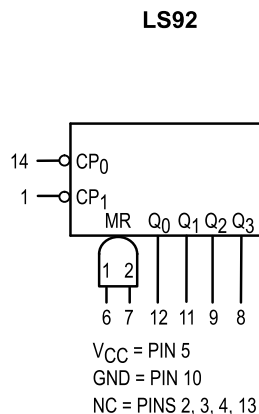
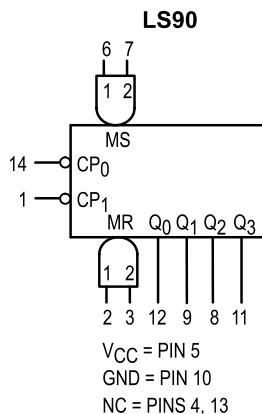
## PIN NAMES

		LOADING (Note a)	
		HIGH	LOW
$\overline{CP}_0$	Clock (Active LOW going edge) Input to +2 Section	0.5 U.L.	1.5 U.L.
$\overline{CP}_1$	Clock (Active LOW going edge) Input to +5 Section (LS90), +6 Section (LS92)	0.5 U.L.	2.0 U.L.
$\overline{CP}_1$	Clock (Active LOW going edge) Input to +8 Section (LS93)	0.5 U.L.	1.0 U.L.
MR <sub>1</sub> , MR <sub>2</sub>	Master Reset (Clear) Inputs	0.5 U.L.	0.25 U.L.
MS <sub>1</sub> , MS <sub>2</sub>	Master Set (Preset-9, LS90) Inputs	0.5 U.L.	0.25 U.L.
Q <sub>0</sub>	Output from +2 Section (Notes b & c)	10 U.L.	5 (2.5) U.L.
Q <sub>1</sub> , Q <sub>2</sub> , Q <sub>3</sub>	Outputs from +5 (LS90), +6 (LS92), +8 (LS93) Sections (Note b)	10 U.L.	5 (2.5) U.L.

## NOTES:

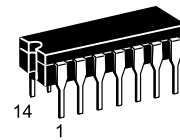
- 1 TTL Unit Load (U.L.) = 40  $\mu$ A HIGH/1.6 mA LOW.
- The Output LOW drive factor is 2.5 U.L. for Military, (54) and 5 U.L. for commercial (74) Temperature Ranges.
- The Q<sub>0</sub> Outputs are guaranteed to drive the full fan-out plus the CP<sub>1</sub> input of the device.
- To insure proper operation the rise (t<sub>r</sub>) and fall time (t<sub>f</sub>) of the clock must be less than 100 ns.

## LOGIC SYMBOL

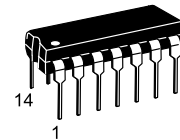


**SN54/74LS90  
SN54/74LS92  
SN54/74LS93**

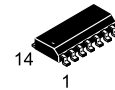
**DECADE COUNTER;  
DIVIDE-BY-TWELVE COUNTER;  
4-BIT BINARY COUNTER  
LOW POWER SCHOTTKY**



**J SUFFIX  
CERAMIC  
CASE 632-08**



**N SUFFIX  
PLASTIC  
CASE 646-06**



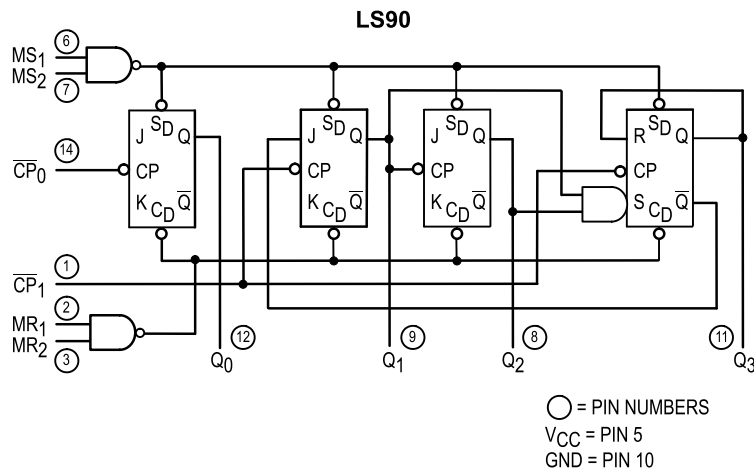
**D SUFFIX  
SOIC  
CASE 751A-02**

## ORDERING INFORMATION

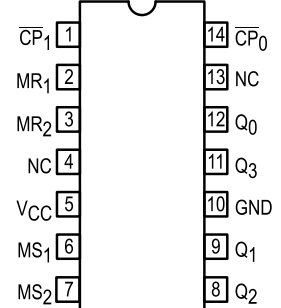
SN54LSXXJ	Ceramic
SN74LSXXN	Plastic
SN74LSXXD	SOIC

# SN54/74LS90 • SN54/74LS92 • SN54/74LS93

## LOGIC DIAGRAM



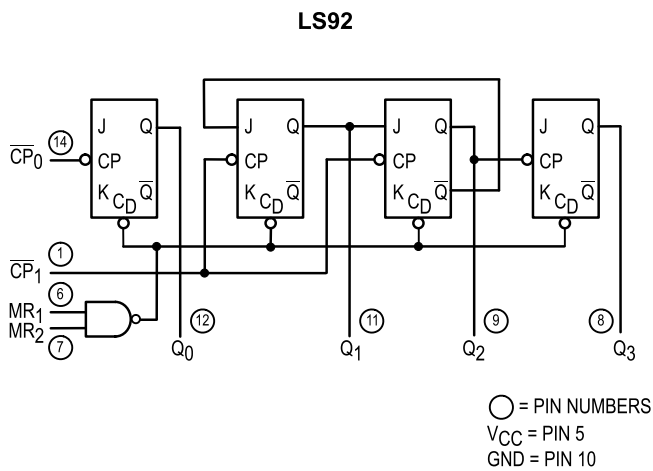
## CONNECTION DIAGRAM DIP (TOP VIEW)



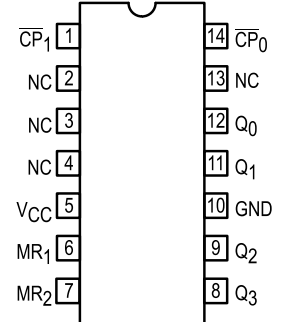
NC = NO INTERNAL CONNECTION

NOTE:  
The Flatpak version has the same pinouts (Connection Diagram) as the Dual In-Line Package.

## LOGIC DIAGRAM



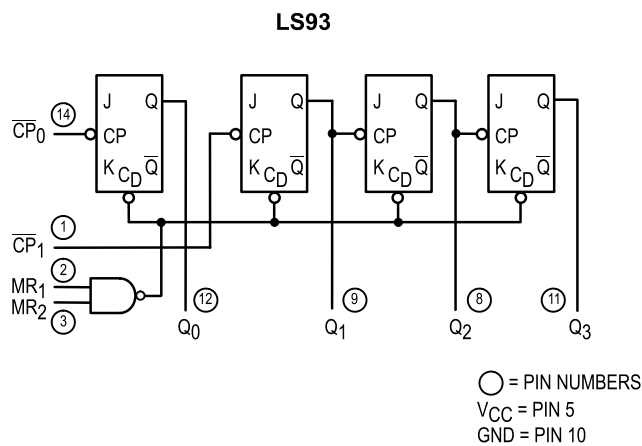
## CONNECTION DIAGRAM DIP (TOP VIEW)



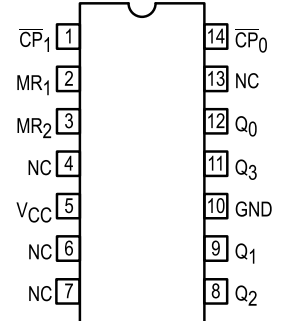
NC = NO INTERNAL CONNECTION

NOTE:  
The Flatpak version has the same pinouts (Connection Diagram) as the Dual In-Line Package.

## LOGIC DIAGRAM



## CONNECTION DIAGRAM DIP (TOP VIEW)



NC = NO INTERNAL CONNECTION

NOTE:  
The Flatpak version has the same pinouts (Connection Diagram) as the Dual In-Line Package.

## SN54/74LS90 • SN54/74LS92 • SN54/74LS93

### FUNCTIONAL DESCRIPTION

The LS90, LS92, and LS93 are 4-bit ripple type Decade, Divide-By-Twelve, and Binary Counters respectively. Each device consists of four master/slave flip-flops which are internally connected to provide a divide-by-two section and a divide-by-five (LS90), divide-by-six (LS92), or divide-by-eight (LS93) section. Each section has a separate clock input which initiates state changes of the counter on the HIGH-to-LOW clock transition. State changes of the Q outputs do not occur simultaneously because of internal ripple delays. Therefore, decoded output signals are subject to decoding spikes and should not be used for clocks or strobes. The Q<sub>0</sub> output of each device is designed and specified to drive the rated fan-out plus the  $\overline{CP}_1$  input of the device.

A gated AND asynchronous Master Reset ( $MR_1 \bullet MR_2$ ) is provided on all counters which overrides and clocks and resets (clears) all the flip-flops. A gated AND asynchronous Master Set ( $MS_1 \bullet MS_2$ ) is provided on the LS90 which overrides the clocks and the MR inputs and sets the outputs to nine (HLLH).

Since the output from the divide-by-two section is not internally connected to the succeeding stages, the devices may be operated in various counting modes.

#### LS90

- A. BCD Decade (8421) Counter — The  $\overline{CP}_1$  input must be externally connected to the Q<sub>0</sub> output. The  $\overline{CP}_0$  input receives the incoming count and a BCD count sequence is produced.
- B. Symmetrical Bi-quinary Divide-By-Ten Counter — The Q<sub>3</sub> output must be externally connected to the  $\overline{CP}_0$  input. The input count is then applied to the  $\overline{CP}_1$  input and a divide-by-ten square wave is obtained at output Q<sub>0</sub>.

- C. Divide-By-Two and Divide-By-Five Counter — No external interconnections are required. The first flip-flop is used as a binary element for the divide-by-two function ( $\overline{CP}_0$  as the input and Q<sub>0</sub> as the output). The  $\overline{CP}_1$  input is used to obtain binary divide-by-five operation at the Q<sub>3</sub> output.

#### LS92

- A. Modulo 12, Divide-By-Twelve Counter — The  $\overline{CP}_1$  input must be externally connected to the Q<sub>0</sub> output. The  $\overline{CP}_0$  input receives the incoming count and Q<sub>3</sub> produces a symmetrical divide-by-twelve square wave output.
- B. Divide-By-Two and Divide-By-Six Counter — No external interconnections are required. The first flip-flop is used as a binary element for the divide-by-two function. The  $\overline{CP}_1$  input is used to obtain divide-by-three operation at the Q<sub>1</sub> and Q<sub>2</sub> outputs and divide-by-six operation at the Q<sub>3</sub> output.

#### LS93

- A. 4-Bit Ripple Counter — The output Q<sub>0</sub> must be externally connected to input  $\overline{CP}_1$ . The input count pulses are applied to input  $\overline{CP}_0$ . Simultaneous divisions of 2, 4, 8, and 16 are performed at the Q<sub>0</sub>, Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, and Q<sub>3</sub> outputs as shown in the truth table.
- B. 3-Bit Ripple Counter — The input count pulses are applied to input  $\overline{CP}_1$ . Simultaneous frequency divisions of 2, 4, and 8 are available at the Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, and Q<sub>3</sub> outputs. Independent use of the first flip-flop is available if the reset function coincides with reset of the 3-bit ripple-through counter.



# SN54/74LS90 • SN54/74LS92 • SN54/74LS93

**LS90  
MODE SELECTION**

RESET/SET INPUTS				OUTPUTS			
MR <sub>1</sub>	MR <sub>2</sub>	MS <sub>1</sub>	MS <sub>2</sub>	Q <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
H	H	L	X	L	L	L	L
H	H	X	L	L	L	L	L
X	X	H	H	H	L	L	H
L	X	L	X	Count			
X	L	X	L	Count			
L	X	X	L	Count			
X	L	L	X	Count			

H = HIGH Voltage Level  
L = LOW Voltage Level  
X = Don't Care

**LS92 AND LS93  
MODE SELECTION**

RESET INPUTS		OUTPUTS			
MR <sub>1</sub>	MR <sub>2</sub>	Q <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
H	H	L	L	L	L
L	H	Count			
H	L	Count			
L	L	Count			

H = HIGH Voltage Level  
L = LOW Voltage Level  
X = Don't Care

**LS90  
BCD COUNT SEQUENCE**

COUNT	OUTPUT			
	Q <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
0	L	L	L	L
1	H	L	L	L
2	L	H	L	L
3	H	H	L	L
4	L	L	H	L
5	H	L	H	L
6	L	H	H	L
7	H	H	H	L
8	L	L	L	H
9	H	L	L	H

NOTE: Output Q<sub>0</sub> is connected to Input CP<sub>1</sub> for BCD count.

**LS92  
TRUTH TABLE**

COUNT	OUTPUT			
	Q <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
0	L	L	L	L
1	H	L	L	L
2	L	H	L	L
3	H	H	L	L
4	L	L	H	L
5	H	L	H	L
6	L	L	L	H
7	H	L	L	H
8	L	H	L	H
9	H	H	L	H
10	L	L	H	H
11	H	L	H	H

NOTE: Output Q<sub>0</sub> is connected to Input CP<sub>1</sub>.

**LS93  
TRUTH TABLE**

COUNT	OUTPUT			
	Q <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
0	L	L	L	L
1	H	L	L	L
2	L	H	L	L
3	H	H	L	L
4	L	L	H	L
5	H	L	H	L
6	L	H	H	L
7	H	H	H	L
8	L	L	L	H
9	H	L	L	H
10	L	H	L	H
11	H	H	L	H
12	L	L	H	H
13	H	L	H	H
14	L	H	H	H
15	H	H	H	H

NOTE: Output Q<sub>0</sub> is connected to Input CP<sub>1</sub>.

# SN54/74LS90 • SN54/74LS92 • SN54/74LS93

## GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
V <sub>CC</sub>	Supply Voltage	54 74	4.5 4.75	5.0 5.0	5.5 5.25	V
T <sub>A</sub>	Operating Ambient Temperature Range	54 74	−55 0	25 25	125 70	°C
I <sub>OH</sub>	Output Current — High	54, 74			−0.4	mA
I <sub>OL</sub>	Output Current — Low	54 74			4.0 8.0	mA

## DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter		Limits			Unit	Test Conditions
			Min	Typ	Max		
V <sub>IH</sub>	Input HIGH Voltage		2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs
V <sub>IL</sub>	Input LOW Voltage	54			0.7	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs
		74			0.8		
V <sub>IK</sub>	Input Clamp Diode Voltage			−0.65	−1.5	V	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>IN</sub> = −18 mA
V <sub>OH</sub>	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.5		V	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>OH</sub> = MAX, V <sub>IN</sub> = V <sub>IH</sub> or V <sub>IL</sub> per Truth Table
		74	2.7	3.5		V	
V <sub>OL</sub>	Output LOW Voltage	54, 74		0.25	0.4	V	I <sub>OL</sub> = 4.0 mA
		74		0.35	0.5	V	I <sub>OL</sub> = 8.0 mA
I <sub>IH</sub>	Input HIGH Current				20	μA	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IN</sub> = 2.7 V
					0.1	mA	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IN</sub> = 7.0 V
I <sub>IL</sub>	Input LOW Current MS, MR CP <sub>0</sub> CP <sub>1</sub> (LS90, LS92) CP <sub>1</sub> (LS93)				−0.4 −2.4 −3.2 −1.6	mA	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IN</sub> = 0.4 V
I <sub>OS</sub>	Short Circuit Current (Note 1)		−20		−100	mA	V <sub>CC</sub> = MAX
I <sub>CC</sub>	Power Supply Current				15	mA	V <sub>CC</sub> = MAX

Note 1: Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

# SN54/74LS90 • SN54/74LS92 • SN54/74LS93

## AC CHARACTERISTICS (T<sub>A</sub> = 25°C, V<sub>CC</sub> = 5.0 V, C<sub>L</sub> = 15 pF)

Symbol	Parameter	Limits									Unit
		LS90			LS92			LS93			
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
f <sub>MAX</sub>	$\overline{CP}_0$ Input Clock Frequency	32			32			32			MHz
f <sub>MAX</sub>	$\overline{CP}_1$ Input Clock Frequency	16			16			16			MHz
t <sub>PLH</sub> t <sub>PHL</sub>	Propagation Delay, $\overline{CP}_0$ Input to Q <sub>0</sub> Output		10 12	16 18		10 12	16 18		10 12	16 18	ns
t <sub>PLH</sub> t <sub>PHL</sub>	$\overline{CP}_0$ Input to Q <sub>3</sub> Output		32 34	48 50		32 34	48 50		46 46	70 70	ns
t <sub>PLH</sub> t <sub>PHL</sub>	$\overline{CP}_1$ Input to Q <sub>1</sub> Output		10 14	16 21		10 14	16 21		10 14	16 21	ns
t <sub>PLH</sub> t <sub>PHL</sub>	$\overline{CP}_1$ Input to Q <sub>2</sub> Output		21 23	32 35		10 14	16 21		21 23	32 35	ns
t <sub>PLH</sub> t <sub>PHL</sub>	$\overline{CP}_1$ Input to Q <sub>3</sub> Output		21 23	32 35		21 23	32 35		34 34	51 51	ns
t <sub>PLH</sub>	MS Input to Q <sub>0</sub> and Q <sub>3</sub> Outputs		20	30							ns
t <sub>PHL</sub>	MS Input to Q <sub>1</sub> and Q <sub>2</sub> Outputs		26	40							ns
t <sub>PHL</sub>	MR Input to Any Output		26	40		26	40		26	40	ns

## AC SETUP REQUIREMENTS (T<sub>A</sub> = 25°C, V<sub>CC</sub> = 5.0 V)

Symbol	Parameter	Limits						Unit
		LS90		LS92		LS93		
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	
t <sub>W</sub>	$\overline{CP}_0$ Pulse Width	15		15		15		ns
t <sub>W</sub>	$\overline{CP}_1$ Pulse Width	30		30		30		ns
t <sub>W</sub>	MS Pulse Width	15						ns
t <sub>W</sub>	MR Pulse Width	15		15		15		ns
t <sub>rec</sub>	Recovery Time MR to $\overline{CP}$	25		25		25		ns

RECOVERY TIME (t<sub>rec</sub>) is defined as the minimum time required between the end of the reset pulse and the clock transition from HIGH-to-LOW in order to recognize and transfer HIGH data to the Q outputs

## AC WAVEFORMS

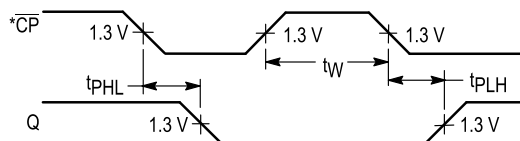


Figure 1

\*The number of Clock Pulses required between the t<sub>PHL</sub> and t<sub>PLH</sub> measurements can be determined from the appropriate Truth Tables.

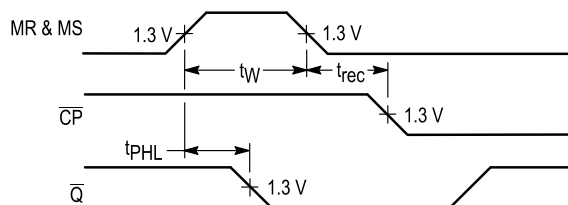


Figure 2

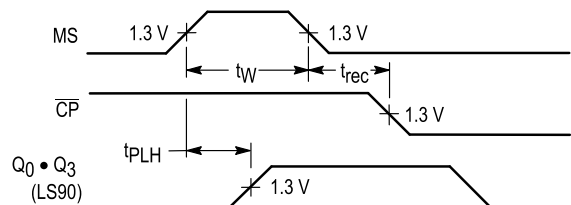


Figure 3



# LM358, LM258, LM2904, LM2904V

## Dual Low Power Operational Amplifiers

Utilizing the circuit designs perfected for recently introduced Quad Operational Amplifiers, these dual operational amplifiers feature 1) low power drain, 2) a common mode input voltage range extending to ground/ $V_{EE}$ , 3) single supply or split supply operation and 4) pinouts compatible with the popular MC1558 dual operational amplifier. The LM158 series is equivalent to one-half of an LM124.

These amplifiers have several distinct advantages over standard operational amplifier types in single supply applications. They can operate at supply voltages as low as 3.0 V or as high as 32 V, with quiescent currents about one-fifth of those associated with the MC1741 (on a per amplifier basis). The common mode input range includes the negative supply, thereby eliminating the necessity for external biasing components in many applications. The output voltage range also includes the negative power supply voltage.

- Short Circuit Protected Outputs
- True Differential Input Stage
- Single Supply Operation: 3.0 V to 32 V
- Low Input Bias Currents
- Internally Compensated
- Common Mode Range Extends to Negative Supply
- Single and Split Supply Operation
- Similar Performance to the Popular MC1558
- ESD Clamps on the Inputs Increase Ruggedness of the Device without Affecting Operation

### MAXIMUM RATINGS ( $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)

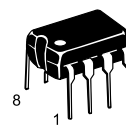
Rating	Symbol	LM258 LM358	LM2904 LM2904V	Unit
Power Supply Voltages Single Supply Split Supplies	$V_{CC}$ $V_{CC}, V_{EE}$	32 $\pm 16$	26 $\pm 13$	Vdc
Input Differential Voltage Range (Note 1)	$V_{IDR}$	$\pm 32$	$\pm 26$	Vdc
Input Common Mode Voltage Range (Note 2)	$V_{ICR}$	-0.3 to 32	-0.3 to 26	Vdc
Output Short Circuit Duration	$t_{SC}$	Continuous		
Junction Temperature	$T_J$	150		$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	$T_{stg}$	-55 to +125		$^\circ\text{C}$
Operating Ambient Temperature Range	$T_A$			$^\circ\text{C}$
LM258		-25 to +85	—	
LM358		0 to +70	—	
LM2904		—	-40 to +105	
LM2904V		—	-40 to +125	

NOTES: 1. Split Power Supplies.

2. For Supply Voltages less than 32 V for the LM258/358 and 26 V for the LM2904, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

## DUAL DIFFERENTIAL INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS

### SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

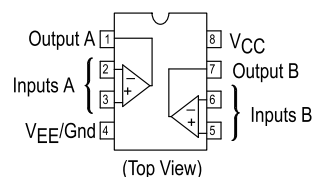


**N SUFFIX**  
PLASTIC PACKAGE  
CASE 626



**D SUFFIX**  
PLASTIC PACKAGE  
CASE 751  
(SO-8)

### PIN CONNECTIONS



### ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
LM2904D	$T_A = -40^\circ$ to $+105^\circ\text{C}$	SO-8
LM2904N		Plastic DIP
LM2904VD	$T_A = -40^\circ$ to $+125^\circ\text{C}$	SO-8
LM2904VN		Plastic DIP
LM258D	$T_A = -25^\circ$ to $+85^\circ\text{C}$	SO-8
LM258N		Plastic DIP
LM358D	$T_A = 0^\circ$ to $+70^\circ\text{C}$	SO-8
LM358N		Plastic DIP

# LM358, LM258, LM2904, LM2904V

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V<sub>CC</sub> = 5.0 V, V<sub>EE</sub> = Gnd, T<sub>A</sub> = 25°C, unless otherwise noted.)

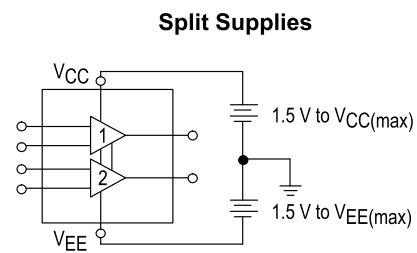
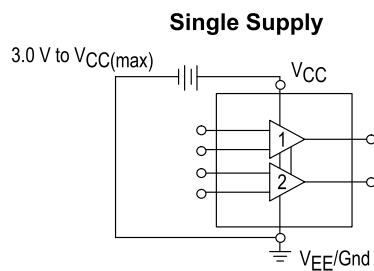
Characteristic	Symbol	LM258			LM358			LM2904			LM2904V			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage V <sub>CC</sub> = 5.0 V to 30 V (26 V for LM2904, V), V <sub>IC</sub> = 0 V to V <sub>CC</sub> -1.7 V, V <sub>O</sub> ≈ 1.4 V, R <sub>S</sub> = 0 Ω T <sub>A</sub> = 25°C T <sub>A</sub> = T <sub>high</sub> (Note 1) T <sub>A</sub> = T <sub>low</sub> (Note 1)	V <sub>IO</sub>	—	2.0	5.0	—	2.0	7.0	—	2.0	7.0	—	—	—	mV
Average Temperature Coefficient of Input Offset Voltage T <sub>A</sub> = T <sub>high</sub> to T <sub>low</sub> (Note 1)	ΔV <sub>IO</sub> /ΔT	—	7.0	—	—	7.0	—	—	7.0	—	—	7.0	—	μV/°C
Input Offset Current T <sub>A</sub> = T <sub>high</sub> to T <sub>low</sub> (Note 1)	I <sub>IO</sub>	—	3.0	30	—	5.0	50	—	5.0	50	—	5.0	50	nA
Input Bias Current T <sub>A</sub> = T <sub>high</sub> to T <sub>low</sub> (Note 1)	I <sub>IB</sub>	—	—45	—150	—	—45	—250	—	—45	—250	—	—45	—250	nA
Average Temperature Coefficient of Input Offset Current T <sub>A</sub> = T <sub>high</sub> to T <sub>low</sub> (Note 1)	ΔI <sub>IO</sub> /ΔT	—	10	—	—	10	—	—	10	—	—	10	—	pA/°C
Input Common Mode Voltage Range (Note 2), V <sub>CC</sub> = 30 V (26 V for LM2904, V) V <sub>CC</sub> = 30 V (26 V for LM2904, V), T <sub>A</sub> = T <sub>high</sub> to T <sub>low</sub>	V <sub>ICR</sub>	0	—	28.3	0	—	28.3	0	—	24.3	0	—	24.3	V
Differential Input Voltage Range	V <sub>IDR</sub>	—	—	V <sub>CC</sub>	—	—	V <sub>CC</sub>	—	—	V <sub>CC</sub>	—	—	V <sub>CC</sub>	V
Large Signal Open Loop Voltage Gain R <sub>L</sub> = 2.0 kΩ, V <sub>CC</sub> = 15 V, For Large V <sub>O</sub> Swing, T <sub>A</sub> = T <sub>high</sub> to T <sub>low</sub> (Note 1)	A <sub>VOL</sub>	50	100	—	25	100	—	25	100	—	25	100	—	V/mV
Channel Separation 1.0 kHz ≤ f ≤ 20 kHz, Input Referenced	CS	—	—120	—	—	—120	—	—	—120	—	—	—120	—	dB
Common Mode Rejection R <sub>S</sub> ≤ 10 kΩ	CMR	70	85	—	65	70	—	50	70	—	50	70	—	dB
Power Supply Rejection	PSR	65	100	—	65	100	—	50	100	—	50	100	—	dB
Output Voltage—High Limit (T <sub>A</sub> = T <sub>high</sub> to T <sub>low</sub> ) (Note 1) V <sub>CC</sub> = 5.0 V, R <sub>L</sub> = 2.0 kΩ, T <sub>A</sub> = 25°C V <sub>CC</sub> = 30 V (26 V for LM2904, V), R <sub>L</sub> = 2.0 kΩ V <sub>CC</sub> = 30 V (26 V for LM2904, V), R <sub>L</sub> = 10 kΩ	V <sub>OH</sub>	3.3	3.5	—	3.3	3.5	—	3.3	3.5	—	3.3	3.5	—	V
Output Voltage—Low Limit V <sub>CC</sub> = 5.0 V, R <sub>L</sub> = 10 kΩ, T <sub>A</sub> = T <sub>high</sub> to T <sub>low</sub> (Note 1)	V <sub>OL</sub>	—	5.0	20	—	5.0	20	—	5.0	20	—	5.0	20	mV
Output Source Current V <sub>ID</sub> = +1.0 V, V <sub>CC</sub> = 15 V	I <sub>O</sub> +	20	40	—	20	40	—	20	40	—	20	40	—	mA
Output Sink Current V <sub>ID</sub> = -1.0 V, V <sub>CC</sub> = 15 V V <sub>ID</sub> = -1.0 V, V <sub>O</sub> = 200 mV	I <sub>O</sub> -	10	20	—	10	20	—	10	20	—	10	20	—	mA
Output Short Circuit to Ground (Note 3)	I <sub>SC</sub>	—	40	60	—	40	60	—	40	60	—	40	60	mA
Power Supply Current (T <sub>A</sub> = T <sub>high</sub> to T <sub>low</sub> ) (Note 1) V <sub>CC</sub> = 30 V (26 V for LM2904, V), V <sub>O</sub> = 0 V, R <sub>L</sub> = ∞ V <sub>CC</sub> = 5 V, V <sub>O</sub> = 0 V, R <sub>L</sub> = ∞	I <sub>CC</sub>	—	1.5	3.0	—	1.5	3.0	—	1.5	3.0	—	1.5	3.0	mA

**NOTES:** 1. T<sub>low</sub> = -40°C for LM2904  
= -40°C for LM2904V  
= -25°C for LM258  
= 0°C for LM358

T<sub>high</sub> = +105°C for LM2904  
= +125°C for LM2904V  
= +85°C for LM258  
= +70°C for LM358

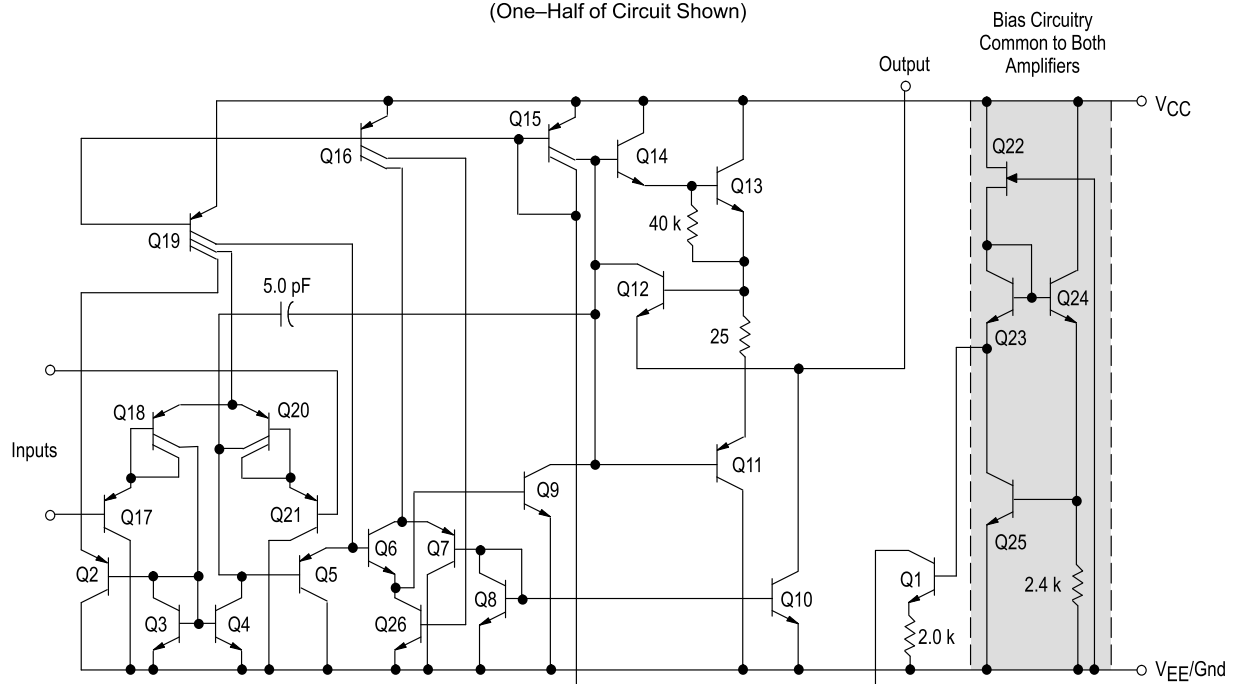
- The input common mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3 V. The upper end of the common mode voltage range is V<sub>CC</sub> -1.7 V.
- Short circuits from the output to V<sub>CC</sub> can cause excessive heating and eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.

## LM358, LM258, LM2904, LM2904V



### Representative Schematic Diagram

(One-Half of Circuit Shown)

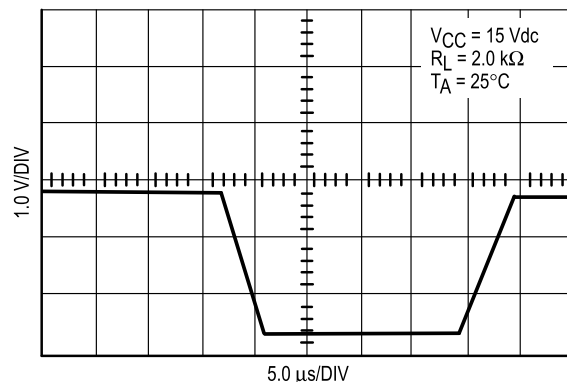


### CIRCUIT DESCRIPTION

The LM258 series is made using two internally compensated, two-stage operational amplifiers. The first stage of each consists of differential input devices Q20 and Q18 with input buffer transistors Q21 and Q17 and the differential to single ended converter Q3 and Q4. The first stage performs not only the first stage gain function but also performs the level shifting and transconductance reduction functions. By reducing the transconductance, a smaller compensation capacitor (only 5.0 pF) can be employed, thus saving chip area. The transconductance reduction is accomplished by splitting the collectors of Q20 and Q18. Another feature of this input stage is that the input common mode range can include the negative supply or ground, in single supply operation, without saturating either the input devices or the differential to single-ended converter. The second stage consists of a standard current source load amplifier stage.

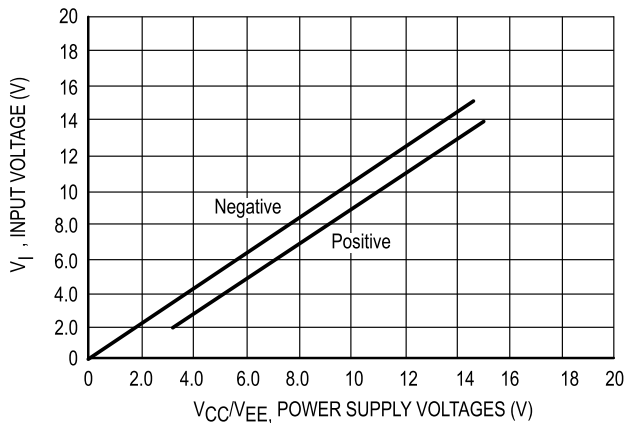
Each amplifier is biased from an internal-voltage regulator which has a low temperature coefficient thus giving each amplifier good temperature characteristics as well as excellent power supply rejection.

### Large Signal Voltage Follower Response

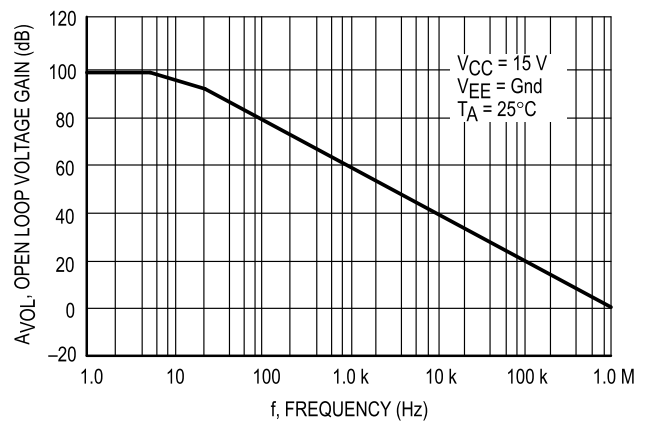


# LM358, LM258, LM2904, LM2904V

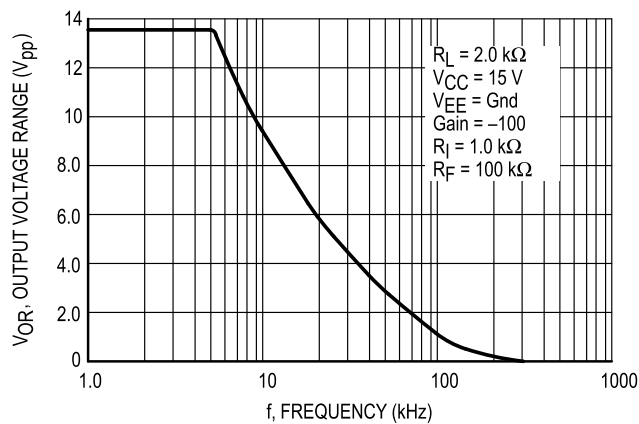
**Figure 1. Input Voltage Range**



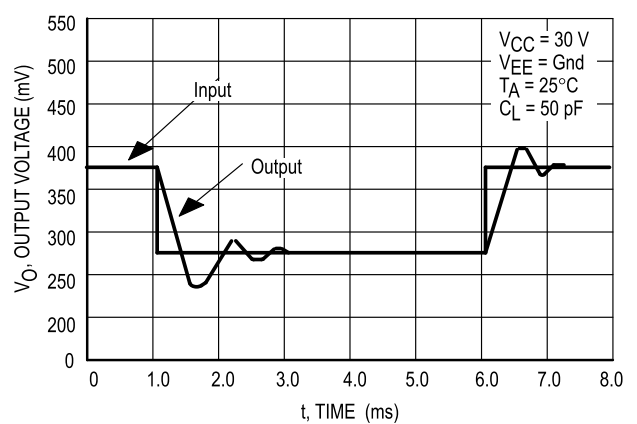
**Figure 2. Large-Signal Open Loop Voltage Gain**



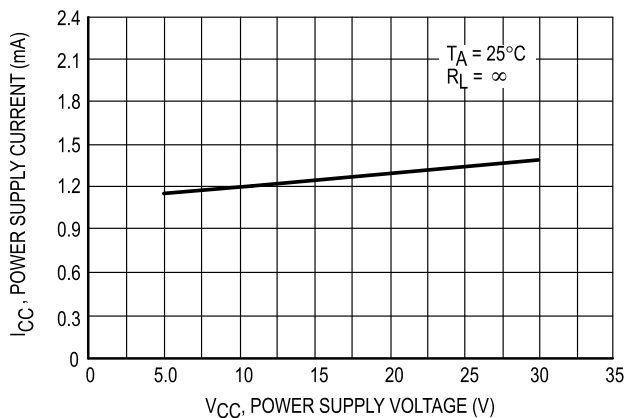
**Figure 3. Large-Signal Frequency Response**



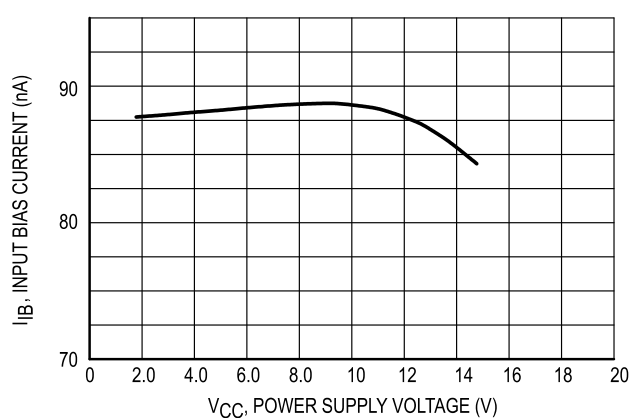
**Figure 4. Small Signal Voltage Follower Pulse Response (Noninverting)**



**Figure 5. Power Supply Current versus Power Supply Voltage**



**Figure 6. Input Bias Current versus Supply Voltage**



## LM358, LM258, LM2904, LM2904V

Figure 7. Voltage Reference

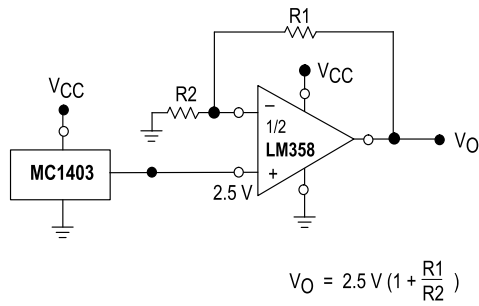


Figure 8. Wien Bridge Oscillator

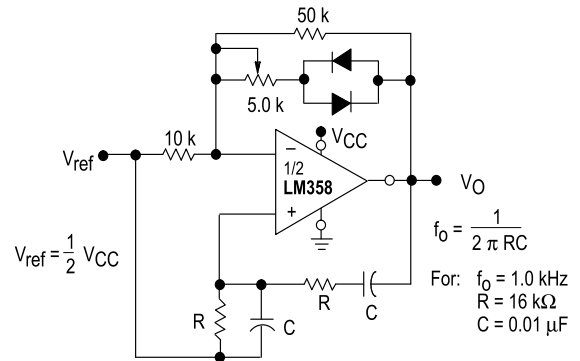


Figure 9. High Impedance Differential Amplifier

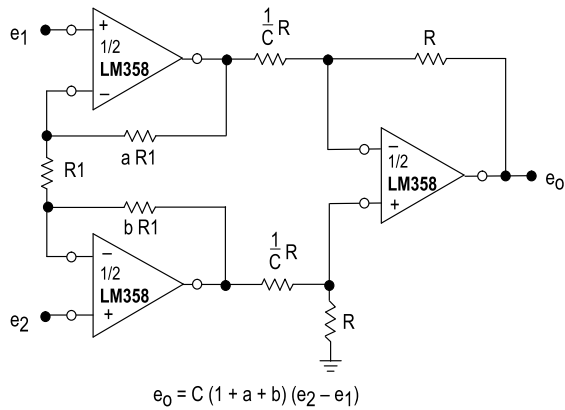


Figure 10. Comparator with Hysteresis

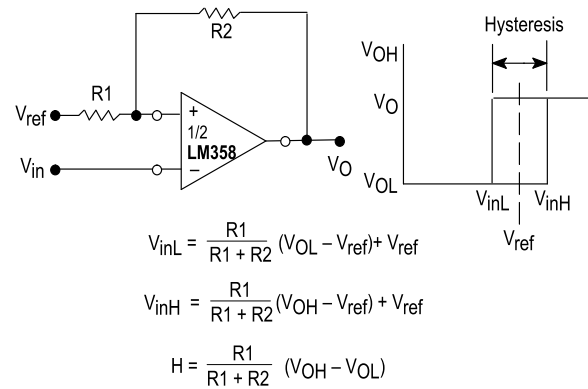
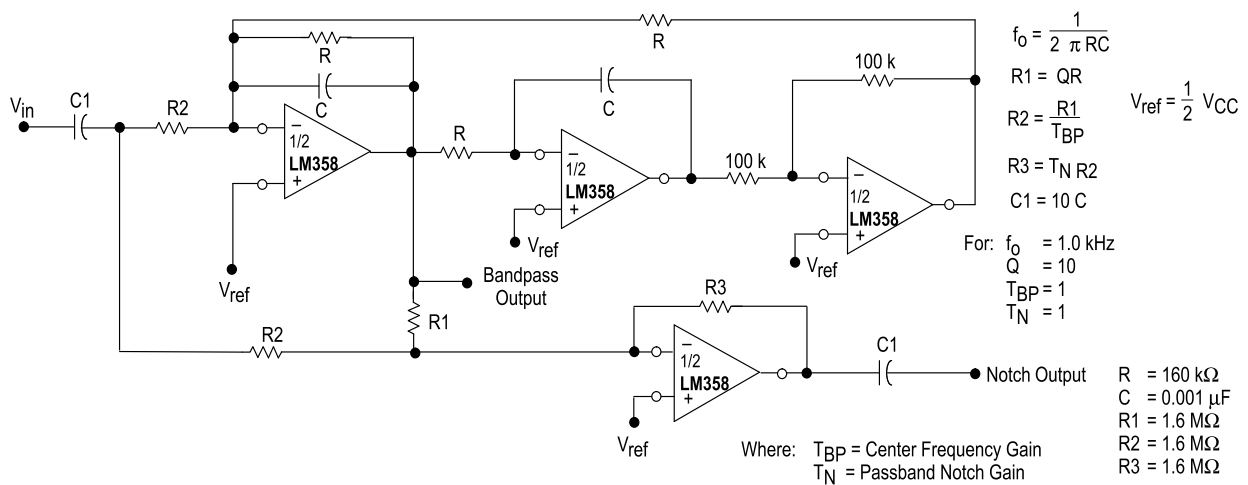


Figure 11. Bi-Quad Filter





## LM358, LM258, LM2904, LM2904V

Figure 12. Function Generator

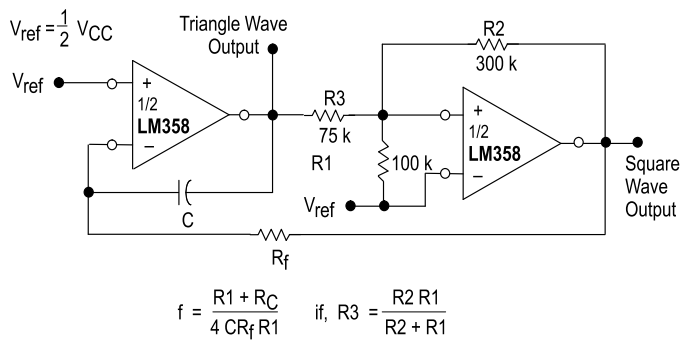
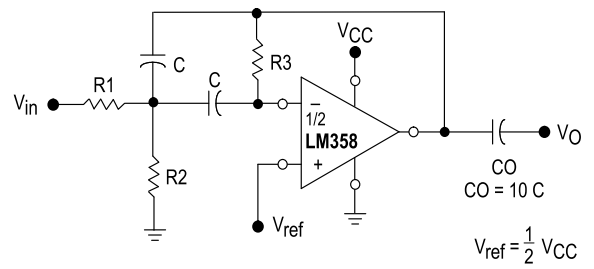


Figure 13. Multiple Feedback Bandpass Filter



Given:  $f_0$  = center frequency  
 $A(f_0)$  = gain at center frequency

Choose value  $f_0$ ,  $C$

$$\text{Then: } R3 = \frac{Q}{\pi f_0 C}$$

$$R1 = \frac{R3}{2 A(f_0)}$$

$$R2 = \frac{R1 R3}{4 Q^2 R1 - R3}$$

For less than 10% error from operational amplifier.  $\frac{Q_0 f_0}{BW} < 0.1$

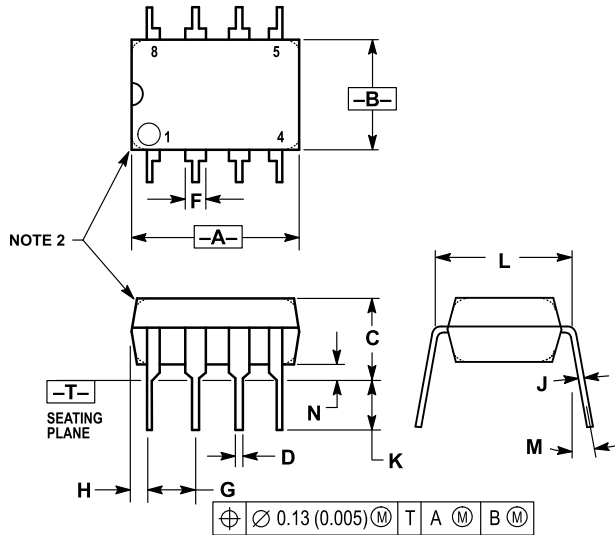
Where  $f_0$  and BW are expressed in Hz.

If source impedance varies, filter may be preceded with voltage follower buffer to stabilize filter parameters.

# LM358, LM258, LM2904, LM2904V

## OUTLINE DIMENSIONS

### N SUFFIX PLASTIC PACKAGE CASE 626-05 ISSUE K

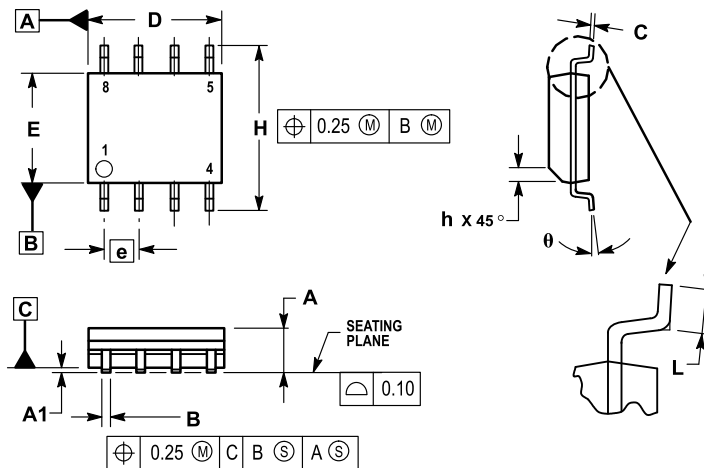


#### NOTES:

1. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.
2. PACKAGE CONTOUR OPTIONAL (ROUND OR SQUARE CORNERS).
3. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	9.40	10.16	0.370	0.400
B	6.10	6.60	0.240	0.260
C	3.94	4.45	0.155	0.175
D	0.38	0.51	0.015	0.020
F	1.02	1.78	0.040	0.070
G	2.54 BSC		0.100 BSC	
H	0.76	1.27	0.030	0.050
J	0.20	0.30	0.008	0.012
K	2.92	3.43	0.115	0.135
L	7.62 BSC		0.300 BSC	
M	10°		10°	
N	0.76	1.01	0.030	0.040

### D SUFFIX PLASTIC PACKAGE CASE 751-05 (SO-8) ISSUE R




#### NOTES:

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ASME Y14.5M, 1994.
2. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
3. DIMENSION D AND E DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 PER SIDE.
5. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 TOTAL IN EXCESS OF THE B DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

DIM	MILLIMETERS	
	MIN	MAX
A	1.35	1.75
A1	0.10	0.25
B	0.35	0.49
C	0.18	0.25
D	4.80	5.00
E	3.80	4.00
e	1.27 BSC	
H	5.80	6.20
h	0.25	0.50
L	0.40	1.25
θ	0°	

## LM358, LM258, LM2904, LM2904V

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in Motorola data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and  are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

### How to reach us:

**USA/EUROPE/Locations Not Listed:** Motorola Literature Distribution;  
P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447 or 602-303-5454

**MFAX:** RMFAX0@email.sps.mot.com – TOUCHTONE 602-244-6609  
**INTERNET:** <http://Design-NET.com>

**JAPAN:** Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, 6F Seibu-Butsuryu-Center,  
3-14-2 Tatsumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-81-3521-8315

**ASIA/PACIFIC:** Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,  
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298



**MOTOROLA**



LM358/D



## DAC0808

### 8-Bit D/A Converter

#### General Description

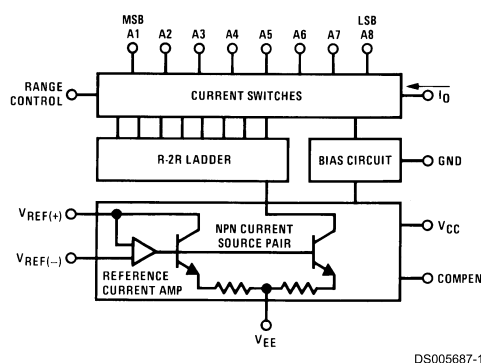
The DAC0808 is an 8-bit monolithic digital-to-analog converter (DAC) featuring a full scale output current settling time of 150 ns while dissipating only 33 mW with  $\pm 5V$  supplies. No reference current ( $I_{REF}$ ) trimming is required for most applications since the full scale output current is typically  $\pm 1$  LSB of  $255 I_{REF}/256$ . Relative accuracies of better than  $\pm 0.19\%$  assure 8-bit monotonicity and linearity while zero level output current of less than  $4 \mu A$  provides 8-bit zero accuracy for  $I_{REF} \geq 2$  mA. The power supply currents of the DAC0808 is independent of bit codes, and exhibits essentially constant device characteristics over the entire supply voltage range.

The DAC0808 will interface directly with popular TTL, DTL or CMOS logic levels, and is a direct replacement for the MC1508/MC1408. For higher speed applications, see DAC0800 data sheet.

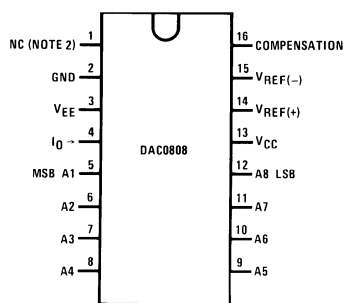
#### Features

- Relative accuracy:  $\pm 0.19\%$  error maximum
- Full scale current match:  $\pm 1$  LSB typ
- Fast settling time: 150 ns typ
- Noninverting digital inputs are TTL and CMOS compatible
- High speed multiplying input slew rate:  $8 \text{ mA}/\mu\text{s}$
- Power supply voltage range:  $\pm 4.5V$  to  $\pm 18V$
- Low power consumption: 33 mW @  $\pm 5V$

#### Block and Connection Diagrams

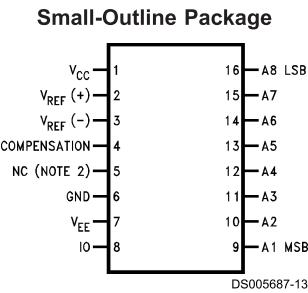


#### Dual-In-Line Package



**Top View**  
**Order Number DAC0808**  
**See NS Package M16A or N16A**

Block and Connection Diagrams (Continued)



Ordering Information

ACCURACY	OPERATING TEMPERATURE RANGE			
		N PACKAGE (N16A) (Note 1)		SO PACKAGE (M16A)
8-bit	$0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +75^{\circ}\text{C}$	DAC0808LCN	MC1408P8	DAC0808LCM

**Note 1:** Devices may be ordered by using either order number.

**Absolute Maximum Ratings** (Note 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Power Supply Voltage

$V_{CC}$  +18  $V_{DC}$

$V_{EE}$  -18  $V_{DC}$

Digital Input Voltage,  $V_5$ – $V_{12}$  -10  $V_{DC}$  to +18  $V_{DC}$

Applied Output Voltage,  $V_O$  -11  $V_{DC}$  to +18  $V_{DC}$

Reference Current,  $I_{14}$  5 mA

Reference Amplifier Inputs,  $V_{14}$ ,  $V_{15}$   $V_{CC}$ ,  $V_{EE}$

Power Dissipation (Note 4) 1000 mW

ESD Susceptibility (Note 5) TBD

Storage Temperature Range -65°C to +150°C

Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)

Dual-In-Line Package (Plastic) 260°C

Dual-In-Line Package (Ceramic) 300°C

Surface Mount Package

Vapor Phase (60 seconds) 215°C

Infrared (15 seconds) 220°C

**Operating Ratings**

Temperature Range

DAC0808

$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$

$0 \leq T_A \leq +75^\circ\text{C}$

**Electrical Characteristics**

( $V_{CC} = 5V$ ,  $V_{EE} = -15 V_{DC}$ ,  $V_{REF}/R_{14} = 2 \text{ mA}$ , and all digital inputs at high logic level unless otherwise noted.)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
$E_r$	Relative Accuracy (Error Relative to Full Scale $I_O$ )	(Figure 4)				%
	DAC0808LC (LM1408-8)				<b><math>\pm 0.19</math></b>	%
	Settling Time to Within $\frac{1}{2}$ LSB (Includes $t_{PLH}$ )	$T_A = 25^\circ\text{C}$ (Note 7), (Figure 5)		150		ns
$t_{PLH}$ , $t_{PHL}$	Propagation Delay Time	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , (Figure 5)		30	100	ns
$TCI_O$	Output Full Scale Current Drift			$\pm 20$		ppm/°C
MSB	Digital Input Logic Levels	(Figure 3)				
$V_{IH}$	High Level, Logic "1"		2			$V_{DC}$
$V_{IL}$	Low Level, Logic "0"				0.8	$V_{DC}$
MSB	Digital Input Current	(Figure 3)				
	High Level	$V_{IH} = 5V$		0	0.040	mA
	Low Level	$V_{IL} = 0.8V$		-0.003	-0.8	mA
$I_{15}$	Reference Input Bias Current	(Figure 3)		-1	-3	$\mu\text{A}$
	Output Current Range	(Figure 3)				
		$V_{EE} = -5V$	0	2.0	2.1	mA
		$V_{EE} = -15V$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	0	2.0	4.2	mA
$I_O$	Output Current	$V_{REF} = 2.000V$ , $R_{14} = 1000\Omega$ , (Figure 3)	1.9	1.99	2.1	mA
	Output Current, All Bits Low	(Figure 3)		0	4	$\mu\text{A}$
	Output Voltage Compliance (Note 3)	$E_r \leq 0.19\%$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$				
	$V_{EE} = -5V$ , $I_{REF} = 1 \text{ mA}$				-0.55, +0.4	$V_{DC}$
	$V_{EE}$ Below -10V				-5.0, +0.4	$V_{DC}$
$SRI_{REF}$	Reference Current Slew Rate	(Figure 6)	4	8		mA/ $\mu\text{s}$
	Output Current Power Supply Sensitivity	$-5V \leq V_{EE} \leq -16.5V$		0.05	2.7	$\mu\text{A/V}$
$I_{CC}$	Power Supply Current (All Bits Low)	(Figure 3)				
				2.3	22	mA
$I_{EE}$				-4.3	-13	mA
$V_{CC}$	Power Supply Voltage Range	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , (Figure 3)	4.5	5.0	5.5	$V_{DC}$
$V_{EE}$			-4.5	-15	-16.5	$V_{DC}$
	Power Dissipation					

## Electrical Characteristics (Continued)

( $V_{CC} = 5V$ ,  $V_{EE} = -15V$ ,  $V_{DC}$ ,  $V_{REF}/R14 = 2\text{ mA}$ , and all digital inputs at high logic level unless otherwise noted.)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
	All Bits Low	$V_{CC} = 5V$ , $V_{EE} = -5V$		33	170	mW
		$V_{CC} = 5V$ , $V_{EE} = -15V$		106	305	mW
	All Bits High	$V_{CC} = 15V$ , $V_{EE} = -5V$		90		mW
		$V_{CC} = 15V$ , $V_{EE} = -15V$		160		mW

**Note 2:** Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its specified operating conditions.

**Note 3:** Range control is not required.

**Note 4:** The maximum power dissipation must be derated at elevated temperatures and is dictated by  $T_{JMAX}$ ,  $\theta_{JA}$ , and the ambient temperature,  $T_A$ . The maximum allowable power dissipation at any temperature is  $P_D = (T_{JMAX} - T_A)/\theta_{JA}$  or the number given in the Absolute Maximum Ratings, whichever is lower. For this device,  $T_{JMAX} = 125^\circ\text{C}$ , and the typical junction-to-ambient thermal resistance of the dual-in-line J package when the board mounted is  $100^\circ\text{C/W}$ . For the dual-in-line N package, this number increases to  $175^\circ\text{C/W}$  and for the small outline M package this number is  $100^\circ\text{C/W}$ .

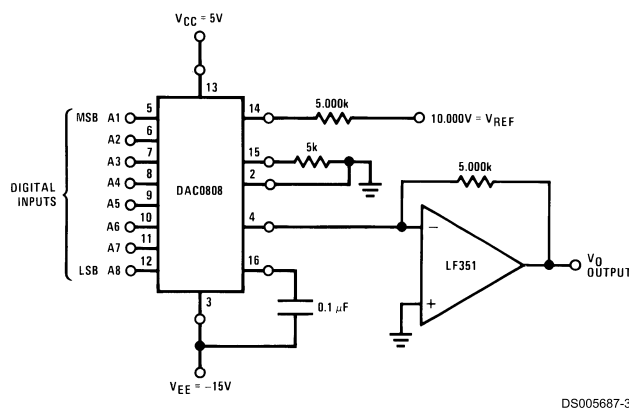
**Note 5:** Human body model, 100 pF discharged through a 1.5 k $\Omega$  resistor.

**Note 6:** All current switches are tested to guarantee at least 50% of rated current.

**Note 7:** All bits switched.

**Note 8:** Pin-out numbers for the DAL080X represent the dual-in-line package. The small outline package pinout differs from the dual-in-line package.

## Typical Application



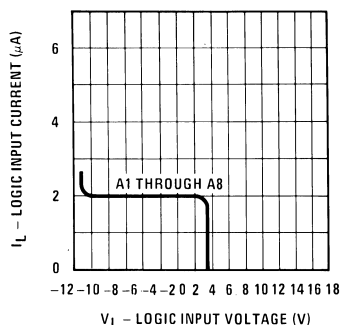
$$V_O = 10V \left( \frac{A1}{2} + \frac{A2}{4} + \dots + \frac{A8}{256} \right)$$

DS005687-23

FIGURE 1. +10V Output Digital to Analog Converter (Note 8)

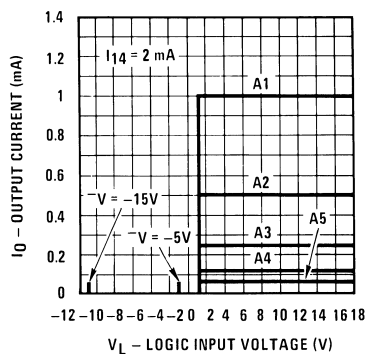
## Typical Performance Characteristics $V_{CC} = 5V$ , $V_{EE} = -15V$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted

Logic Input Current vs Input Voltage



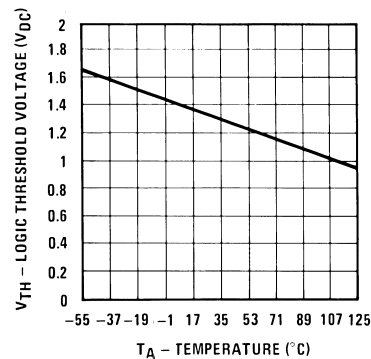
DS005687-14

Bit Transfer Characteristics



DS005687-15

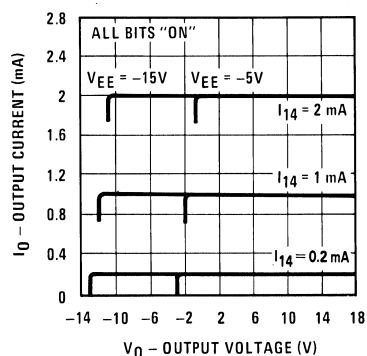
Logic Threshold Voltage vs Temperature



DS005687-16

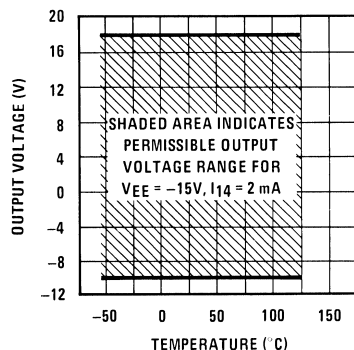
## Typical Performance Characteristics $V_{CC} = 5V$ , $V_{EE} = -15V$ , $T_A = 25^\circ C$ , unless otherwise noted (Continued)

**Output Current vs Output Voltage (Output Voltage Compliance)**



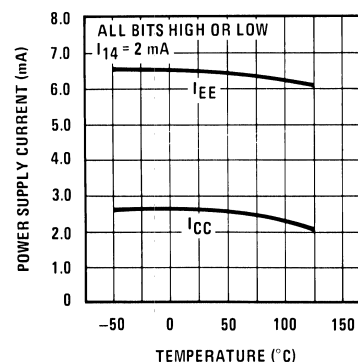
DS005687-17

**Output Voltage Compliance vs Temperature**



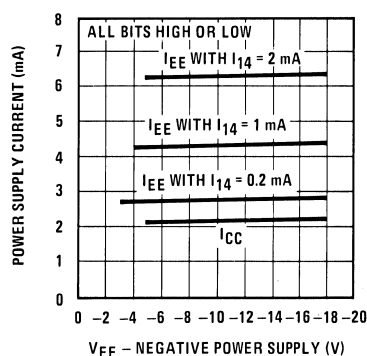
DS005687-18

**Typical Power Supply Current vs Temperature**



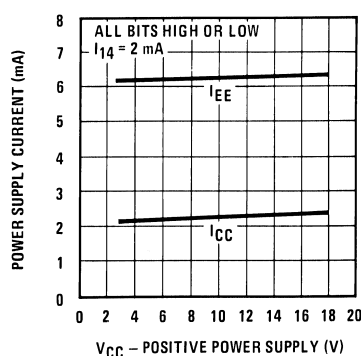
DS005687-19

**Typical Power Supply Current vs  $V_{EE}$**



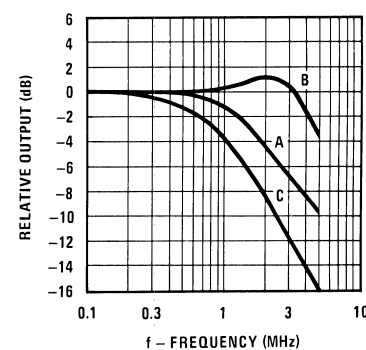
DS005687-20

**Typical Power Supply Current vs  $V_{CC}$**



DS005687-21

**Reference Input Frequency Response**



DS005687-22

Unless otherwise specified:  $R_{14} = R_{15} = 1\text{ k}\Omega$ ,  $C = 15\text{ pF}$ , pin 16 to  $V_{EE}$ ;  $R_L = 50\Omega$ , pin 4 to ground.

**Curve A:** Large Signal Bandwidth Method of Figure 7,  $V_{REF} = 2\text{ Vp-p}$  offset 1V above ground.

**Curve B:** Small Signal Bandwidth Method of Figure 7,  $R_L = 250\Omega$ ,  $V_{REF} = 50\text{ mVp-p}$  offset 200 mV above ground.

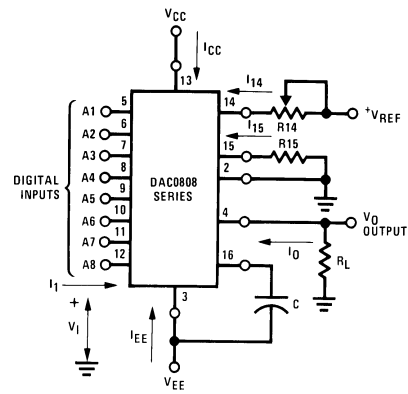
**Curve C:** Large and Small Signal Bandwidth Method of Figure 9 (no op amp,  $R_L = 50\Omega$ ),  $R_S = 50\Omega$ ,  $V_{REF} = 2V$ ,  $V_S = 100\text{ mVp-p}$  centered at 0V.





**FIGURE 2. Equivalent Circuit of the DAC0808 Series (Note 8)**

## Test Circuits



DS005687-6

$V_I$  and  $I_1$  apply to inputs A1–A8.

The resistor tied to pin 15 is to temperature compensate the bias current and may not be necessary for all applications.

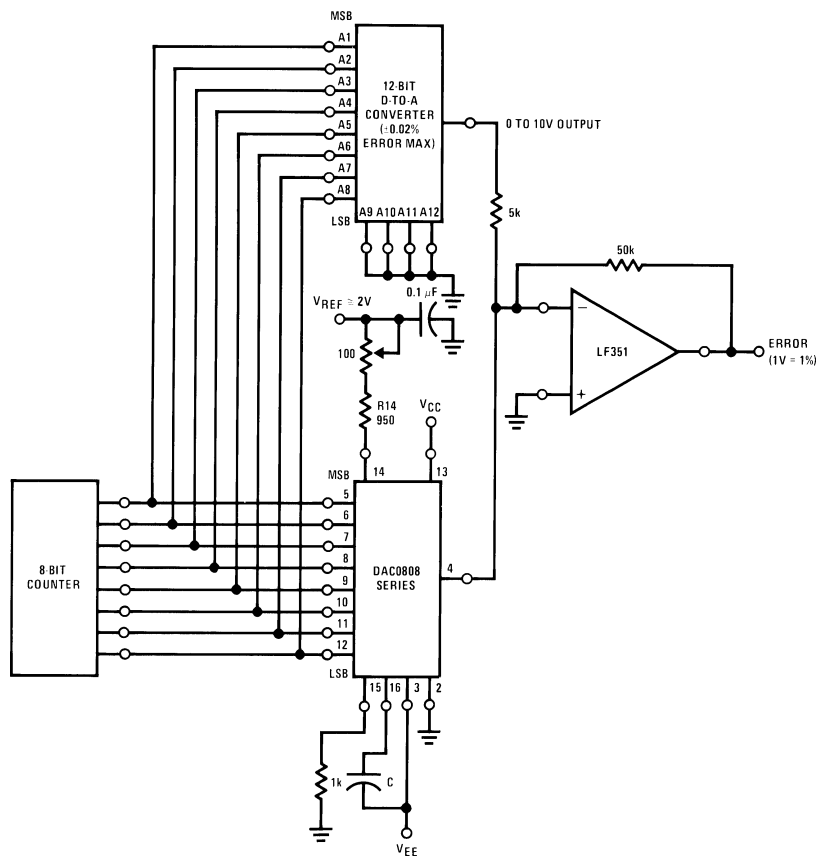
$$I_O = K \left( \frac{A_1}{2} + \frac{A_2}{4} + \frac{A_3}{8} + \frac{A_4}{16} + \frac{A_5}{32} + \frac{A_6}{64} + \frac{A_7}{128} + \frac{A_8}{256} \right)$$

$$\text{where } K \cong \frac{V_{REF}}{R_{14}}$$

and  $A_N = "1"$  if  $A_N$  is at high level

$A_N = "0"$  if  $A_N$  is at low level

FIGURE 3. Notation Definitions Test Circuit (Note 8)



DS005687-7

FIGURE 4. Relative Accuracy Test Circuit (Note 8)

## Test Circuits (Continued)

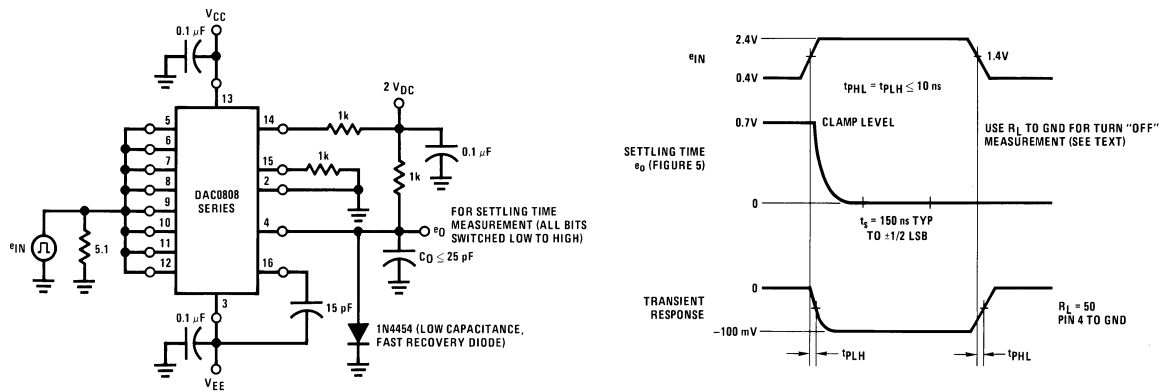


FIGURE 5. Transient Response and Settling Time (Note 8)

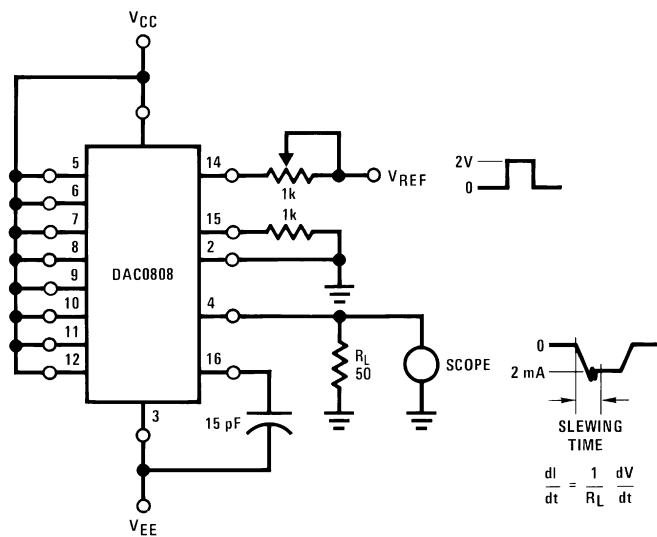


FIGURE 6. Reference Current Slew Rate Measurement (Note 8)

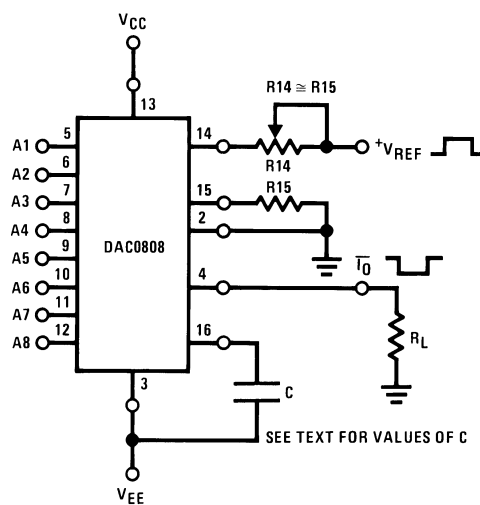
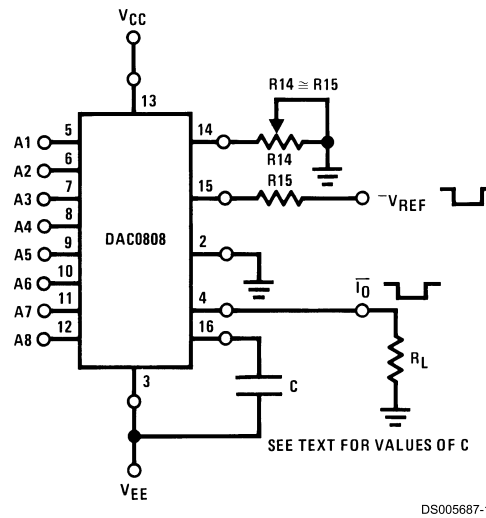


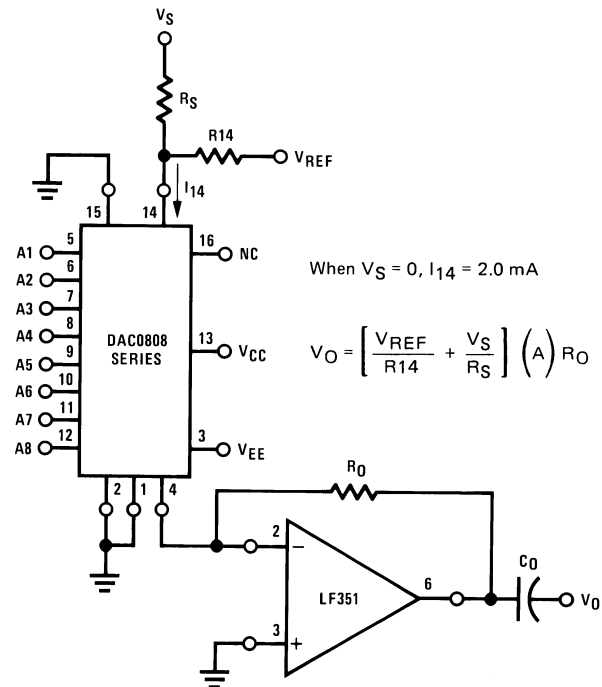
FIGURE 7. Positive  $V_{REF}$  (Note 8)

## Test Circuits (Continued)



DS005687-11

FIGURE 8. Negative  $V_{REF}$  (Note 8)



DS005687-12

FIGURE 9. Programmable Gain Amplifier or Digital Attenuator Circuit (Note 8)

## Application Hints

### REFERENCE AMPLIFIER DRIVE AND COMPENSATION

The reference amplifier provides a voltage at pin 14 for converting the reference voltage to a current, and a turn-around circuit or current mirror for feeding the ladder. The reference amplifier input current,  $I_{14}$ , must always flow into pin 14, regardless of the set-up method or reference voltage polarity.

Connections for a positive voltage are shown in Figure 7. The reference voltage source supplies the full current  $I_{14}$ .

For bipolar reference signals, as in the multiplying mode, R15 can be tied to a negative voltage corresponding to the minimum input level. It is possible to eliminate R15 with only a small sacrifice in accuracy and temperature drift.

The compensation capacitor value must be increased with increases in R14 to maintain proper phase margin; for R14 values of 1, 2.5 and 5 k $\Omega$ , minimum capacitor values are 15, 37 and 75 pF. The capacitor may be tied to either  $V_{EE}$  or ground, but using  $V_{EE}$  increases negative supply rejection.

A negative reference voltage may be used if R14 is grounded and the reference voltage is applied to R15 as shown in Figure 8. A high input impedance is the main

## Application Hints (Continued)

advantage of this method. Compensation involves a capacitor to  $V_{EE}$  on pin 16, using the values of the previous paragraph. The negative reference voltage must be at least 4V above the  $V_{EE}$  supply. Bipolar input signals may be handled by connecting R14 to a positive reference voltage equal to the peak positive input level at pin 15.

When a DC reference voltage is used, capacitive bypass to ground is recommended. The 5V logic supply is not recommended as a reference voltage. If a well regulated 5V supply which drives logic is to be used as the reference, R14 should be decoupled by connecting it to 5V through another resistor and bypassing the junction of the 2 resistors with 0.1  $\mu$ F to ground. For reference voltages greater than 5V, a clamp diode is recommended between pin 14 and ground.

If pin 14 is driven by a high impedance such as a transistor current source, none of the above compensation methods apply and the amplifier must be heavily compensated, decreasing the overall bandwidth.

### OUTPUT VOLTAGE RANGE

The voltage on pin 4 is restricted to a range of  $-0.55$  to  $0.4$ V when  $V_{EE} = -5$ V due to the current switching methods employed in the DAC0808.

The negative output voltage compliance of the DAC0808 is extended to  $-5$ V where the negative supply voltage is more negative than  $-10$ V. Using a full-scale current of 1.992 mA and load resistor of 2.5 k $\Omega$  between pin 4 and ground will yield a voltage output of 256 levels between 0 and  $-4.980$ V. Floating pin 1 does not affect the converter speed or power dissipation. However, the value of the load resistor determines the switching time due to increased voltage swing. Values of  $R_L$  up to 500 $\Omega$  do not significantly affect performance, but a 2.5 k $\Omega$  load increases worst-case settling time to 1.2  $\mu$ s (when all bits are switched ON). Refer to the subsequent text section on Settling Time for more details on output loading.

### OUTPUT CURRENT RANGE

The output current maximum rating of 4.2 mA may be used only for negative supply voltages more negative than  $-8$ V, due to the increased voltage drop across the resistors in the reference current amplifier.

### ACCURACY

Absolute accuracy is the measure of each output current level with respect to its intended value, and is dependent upon relative accuracy and full-scale current drift. Relative accuracy is the measure of each output current level as a fraction of the full-scale current. The relative accuracy of the DAC0808 is essentially constant with temperature due to the excellent temperature tracking of the monolithic resistor ladder.

The reference current may drift with temperature, causing a change in the absolute accuracy of output current. However, the DAC0808 has a very low full-scale current drift with temperature.

The DAC0808 series is guaranteed accurate to within  $\pm 1/2$  LSB at a full-scale output current of 1.992 mA. This corresponds to a reference amplifier output current drive to the ladder network of 2 mA, with the loss of 1 LSB (8  $\mu$ A) which is the ladder remainder shunted to ground. The input current to pin 14 has a guaranteed value of between 1.9 and 2.1 mA, allowing some mismatch in the NPN current source pair. The accuracy test circuit is shown in Figure 4. The 12-bit converter is calibrated for a full-scale output current of 1.992 mA. This is an optional step since the DAC0808 accuracy is essentially the same between 1.5 and 2.5 mA. Then the DAC0808 circuits' full-scale current is trimmed to the same value with R14 so that a zero value appears at the error amplifier output. The counter is activated and the error band may be displayed on an oscilloscope, detected by comparators, or stored in a peak detector.

Two 8-bit D-to-A converters may not be used to construct a 16-bit accuracy D-to-A converter. 16-bit accuracy implies a total error of  $\pm 1/2$  of one part in 65,536 or  $\pm 0.00076\%$ , which is much more accurate than the  $\pm 0.019\%$  specification provided by the DAC0808.

### MULTIPLYING ACCURACY

The DAC0808 may be used in the multiplying mode with 8-bit accuracy when the reference current is varied over a range of 256:1. If the reference current in the multiplying mode ranges from 16  $\mu$ A to 4 mA, the additional error contributions are less than 1.6  $\mu$ A. This is well within 8-bit accuracy when referred to full-scale.

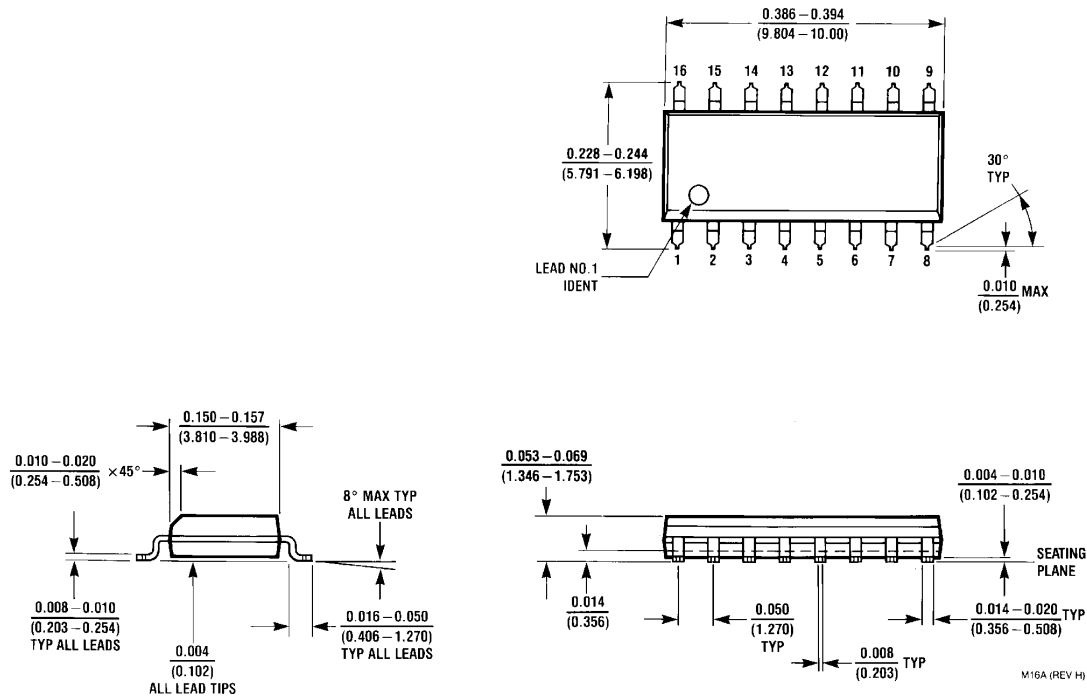
A monotonic converter is one which supplies an increase in current for each increment in the binary word. Typically, the DAC0808 is monotonic for all values of reference current above 0.5 mA. The recommended range for operation with a DC reference current is 0.5 to 4 mA.

### SETTLING TIME

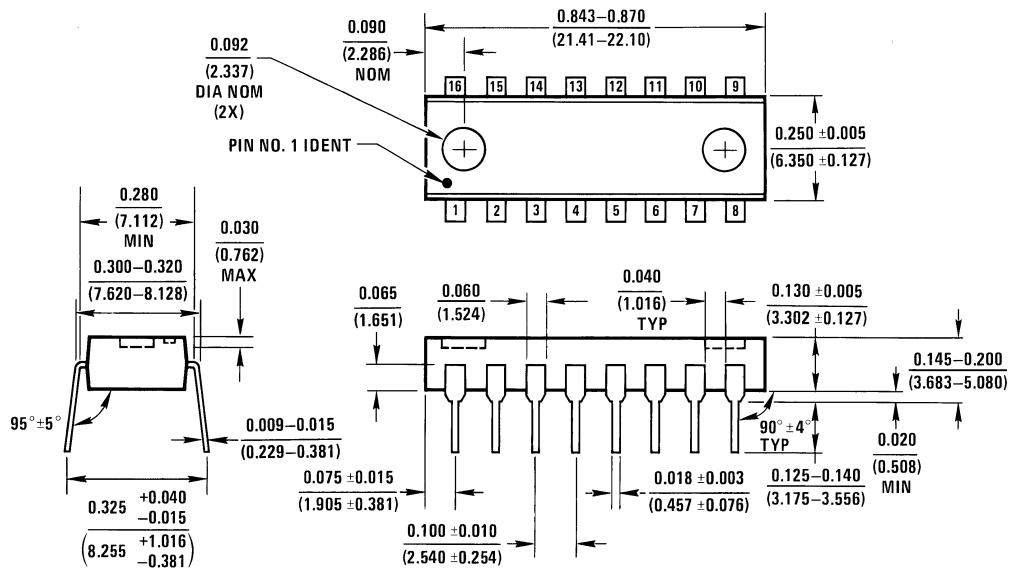
The worst-case switching condition occurs when all bits are switched ON, which corresponds to a low-to-high transition for all bits. This time is typically 150 ns for settling to within  $\pm 1/2$  LSB, for 8-bit accuracy, and 100 ns to  $1/2$  LSB for 7 and 6-bit accuracy. The turn OFF is typically under 100 ns. These times apply when  $R_L \leq 500\Omega$  and  $C_O \leq 25$  pF.

Extra care must be taken in board layout since this is usually the dominant factor in satisfactory test results when measuring settling time. Short leads, 100  $\mu$ F supply bypassing for low frequencies, and minimum scope lead length are all mandatory.

# Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



**Small Outline Package**  
Order Number DAC0808LCM  
NS Package Number M16A



**Dual-In-Line Package**  
Order Number DAC0808  
NS Package Number N16A

## Notes

### LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



**National Semiconductor Corporation**  
Americas  
Email: support@nsc.com

www.national.com

**National Semiconductor Europe**

Fax: +49 (0) 180-530 85 86  
Email: europe.support@nsc.com  
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208  
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171  
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

**National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group**

Tel: 65-2544466  
Fax: 65-2504466  
Email: ap.support@nsc.com

**National Semiconductor Japan Ltd.**

Tel: 81-3-5639-7560  
Fax: 81-3-5639-7507

Timer

NE/SA/SE555/SE555C

DESCRIPTION

The 555 monolithic timing circuit is a highly stable controller capable of producing accurate time delays, or oscillation. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and the duty cycle are both accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output structure can source or sink up to 200mA.

FEATURES

- Turn-off time less than 2µs
- Max. operating frequency greater than 500kHz
- Timing from microseconds to hours
- Operates in both astable and monostable modes
- High output current
- Adjustable duty cycle
- TTL compatible
- Temperature stability of 0.005% per °C

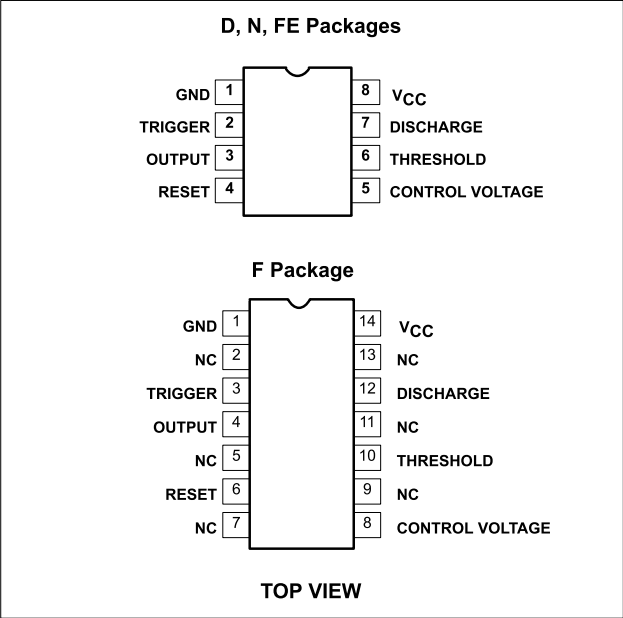
APPLICATIONS

- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation

ORDERING INFORMATION

DESCRIPTION	TEMPERATURE RANGE	ORDER CODE	DWG #
8-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	0 to +70°C	NE555D	0174C
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0 to +70°C	NE555N	0404B
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-40°C to +85°C	SA555N	0404B
8-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	-40°C to +85°C	SA555D	0174C
8-Pin Hermetic Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	-55°C to +125°C	SE555CFE	
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-55°C to +125°C	SE555CN	0404B
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-55°C to +125°C	SE555N	0405B
8-Pin Hermetic Cerdip	-55°C to +125°C	SE555FE	
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	0 to +70°C	NE555F	0581B
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	-55°C to +125°C	SE555F	0581B
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	-55°C to +125°C	SE555CF	0581B

PIN CONFIGURATIONS

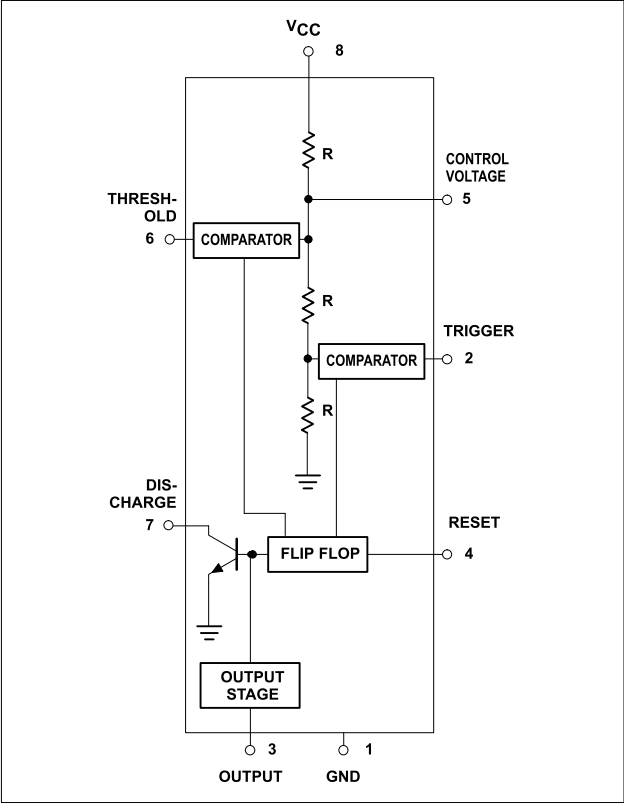




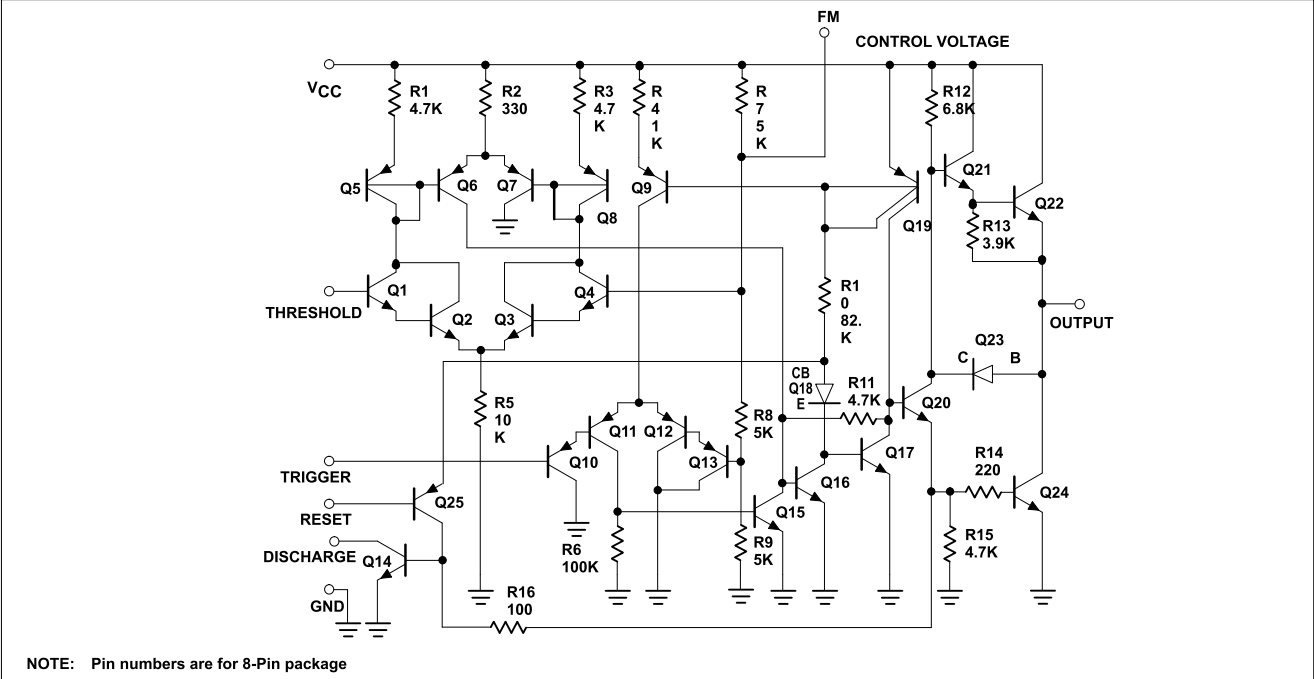
Timer

NE/SA/SE555/SE555C

BLOCK DIAGRAM



EQUIVALENT SCHEMATIC



## Timer

## NE/SA/SE555/SE555C

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

SYMBOL	PARAMETER	RATING	UNIT
V <sub>CC</sub>	Supply voltage		
	SE555	+18	V
	NE555, SE555C, SA555	+16	V
P <sub>D</sub>	Maximum allowable power dissipation <sup>1</sup>	600	mW
T <sub>A</sub>	Operating ambient temperature range		
	NE555	0 to +70	°C
	SA555	-40 to +85	°C
	SE555, SE555C	-55 to +125	°C
T <sub>STG</sub>	Storage temperature range	-65 to +150	°C
T <sub>SOLD</sub>	Lead soldering temperature (10sec max)	+300	°C

## NOTES:

- The junction temperature must be kept below 125°C for the D package and below 150°C for the FE, N and F packages. At ambient temperatures above 25°C, where this limit would be derated by the following factors:  
D package 160°C/W  
FE package 150°C/W  
N package 100°C/W  
F package 105°C/W

## Timer

## NE/SA/SE555/SE555C

## DC AND AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = +5\text{V}$  to  $+15$  unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	SE555			NE555/SE555C			UNIT
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
$V_{CC}$	Supply voltage		4.5		18	4.5		16	V
$I_{CC}$	Supply current (low state) <sup>1</sup>	$V_{CC}=5\text{V}$ , $R_L=\infty$		3	5		3	6	mA
		$V_{CC}=15\text{V}$ , $R_L=\infty$		10	12		10	15	mA
$t_M$	Timing error (monostable)	$R_A=2\text{k}\Omega$ to $100\text{k}\Omega$							
$\Delta t_M/\Delta T$	Initial accuracy <sup>2</sup>	$C=0.1\mu\text{F}$		0.5	2.0		1.0	3.0	%
$\Delta t_M/\Delta V_S$	Drift with temperature			30	100		50	150	ppm/ $^\circ\text{C}$
	Drift with supply voltage			0.05	0.2		0.1	0.5	%/V
$t_A$	Timing error (astable)	$R_A, R_B=1\text{k}\Omega$ to $100\text{k}\Omega$							
$\Delta t_A/\Delta T$	Initial accuracy <sup>2</sup>	$C=0.1\mu\text{F}$		4	6		5	13	%
$\Delta t_A/\Delta V_S$	Drift with temperature	$V_{CC}=15\text{V}$			500			500	ppm/ $^\circ\text{C}$
	Drift with supply voltage			0.15	0.6		0.3	1	%/V
$V_C$	Control voltage level	$V_{CC}=15\text{V}$	9.6	10.0	10.4	9.0	10.0	11.0	V
		$V_{CC}=5\text{V}$	2.9	3.33	3.8	2.6	3.33	4.0	V
$V_{TH}$	Threshold voltage	$V_{CC}=15\text{V}$	9.4	10.0	10.6	8.8	10.0	11.2	V
		$V_{CC}=5\text{V}$	2.7	3.33	4.0	2.4	3.33	4.2	V
$I_{TH}$	Threshold current <sup>3</sup>			0.1	0.25		0.1	0.25	$\mu\text{A}$
$V_{TRIG}$	Trigger voltage	$V_{CC}=15\text{V}$	4.8	5.0	5.2	4.5	5.0	5.6	V
		$V_{CC}=5\text{V}$	1.45	1.67	1.9	1.1	1.67	2.2	V
$I_{TRIG}$	Trigger current	$V_{TRIG}=0\text{V}$		0.5	0.9		0.5	2.0	$\mu\text{A}$
$V_{RESET}$	Reset voltage <sup>4</sup>	$V_{CC}=15\text{V}$ , $V_{TH}=10.5\text{V}$	0.3		1.0	0.3		1.0	V
$I_{RESET}$	Reset current	$V_{RESET}=0.4\text{V}$		0.1	0.4		0.1	0.4	mA
	Reset current	$V_{RESET}=0\text{V}$		0.4	1.0		0.4	1.5	mA
$V_{OL}$	Output voltage (low)	$V_{CC}=15\text{V}$							
		$I_{SINK}=10\text{mA}$		0.1	0.15		0.1	0.25	V
		$I_{SINK}=50\text{mA}$		0.4	0.5		0.4	0.75	V
		$I_{SINK}=100\text{mA}$		2.0	2.2		2.0	2.5	V
		$I_{SINK}=200\text{mA}$		2.5			2.5		V
		$V_{CC}=5\text{V}$							
$V_{OH}$	Output voltage (high)	$I_{SINK}=8\text{mA}$		0.1	0.25		0.3	0.4	V
		$I_{SINK}=5\text{mA}$		0.05	0.2		0.25	0.35	V
		$V_{CC}=15\text{V}$							
		$I_{SOURCE}=200\text{mA}$		12.5			12.5		V
		$I_{SOURCE}=100\text{mA}$	13.0	13.3		12.75	13.3		V
		$V_{CC}=5\text{V}$							
$t_{OFF}$	Turn-off time <sup>5</sup>	$I_{SOURCE}=100\text{mA}$	3.0	3.3		2.75	3.3		V
		$V_{RESET}=V_{CC}$		0.5	2.0		0.5	2.0	$\mu\text{s}$
$t_R$	Rise time of output			100	200		100	300	ns
$t_F$	Fall time of output			100	200		100	300	ns
	Discharge leakage current			20	100		20	100	nA

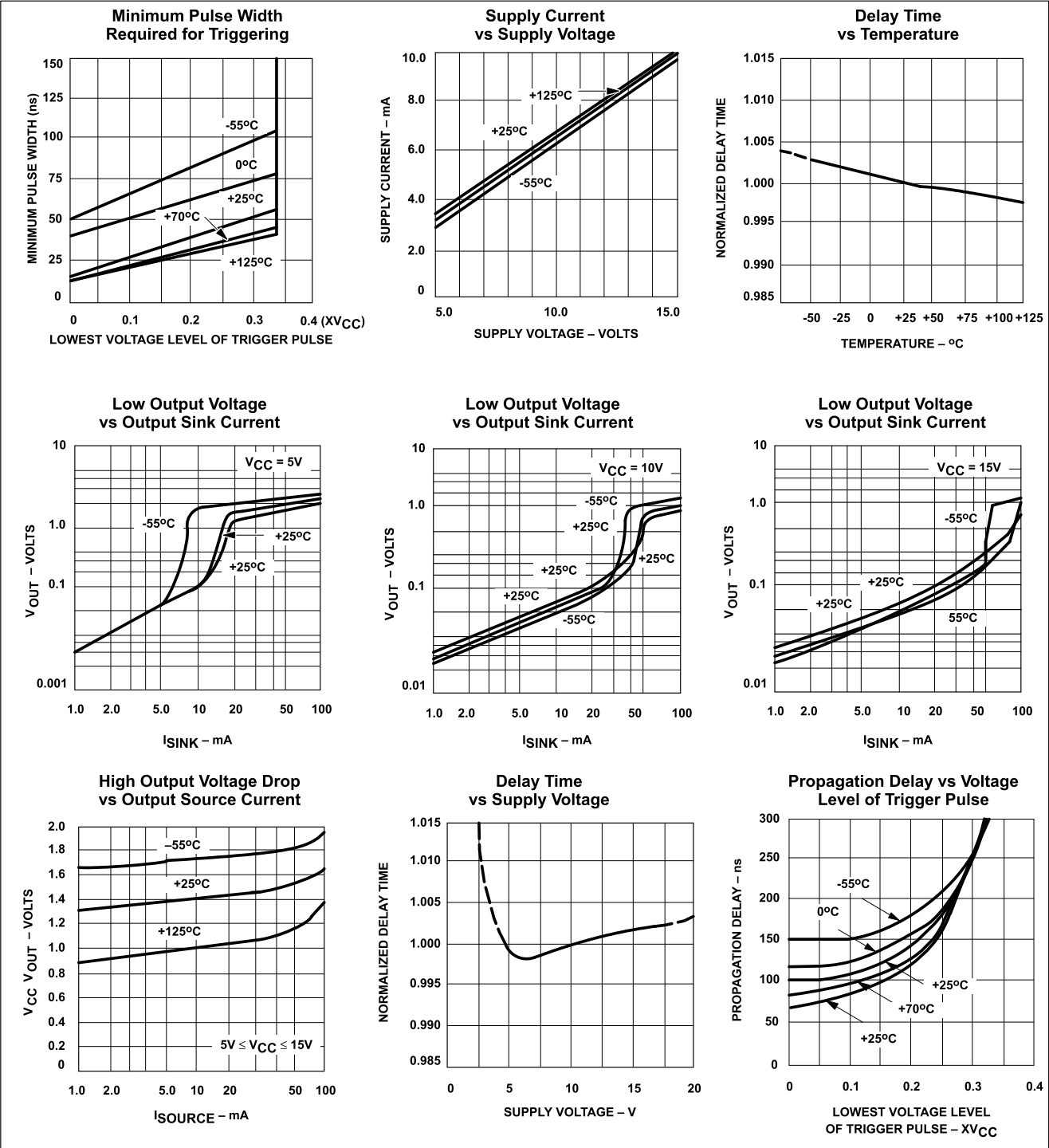
## NOTES:

- Supply current when output high typically 1mA less.
- Tested at  $V_{CC}=5\text{V}$  and  $V_{CC}=15\text{V}$ .
- This will determine the max value of  $R_A+R_B$ , for 15V operation, the max total  $R=10\text{M}\Omega$ , and for 5V operation, the max. total  $R=3.4\text{M}\Omega$ .
- Specified with trigger input high.
- Time measured from a positive going input pulse from 0 to  $0.8 \times V_{CC}$  into the threshold to the drop from high to low of the output. Trigger is tied to threshold.

Timer

NE/SA/SE555/SE555C

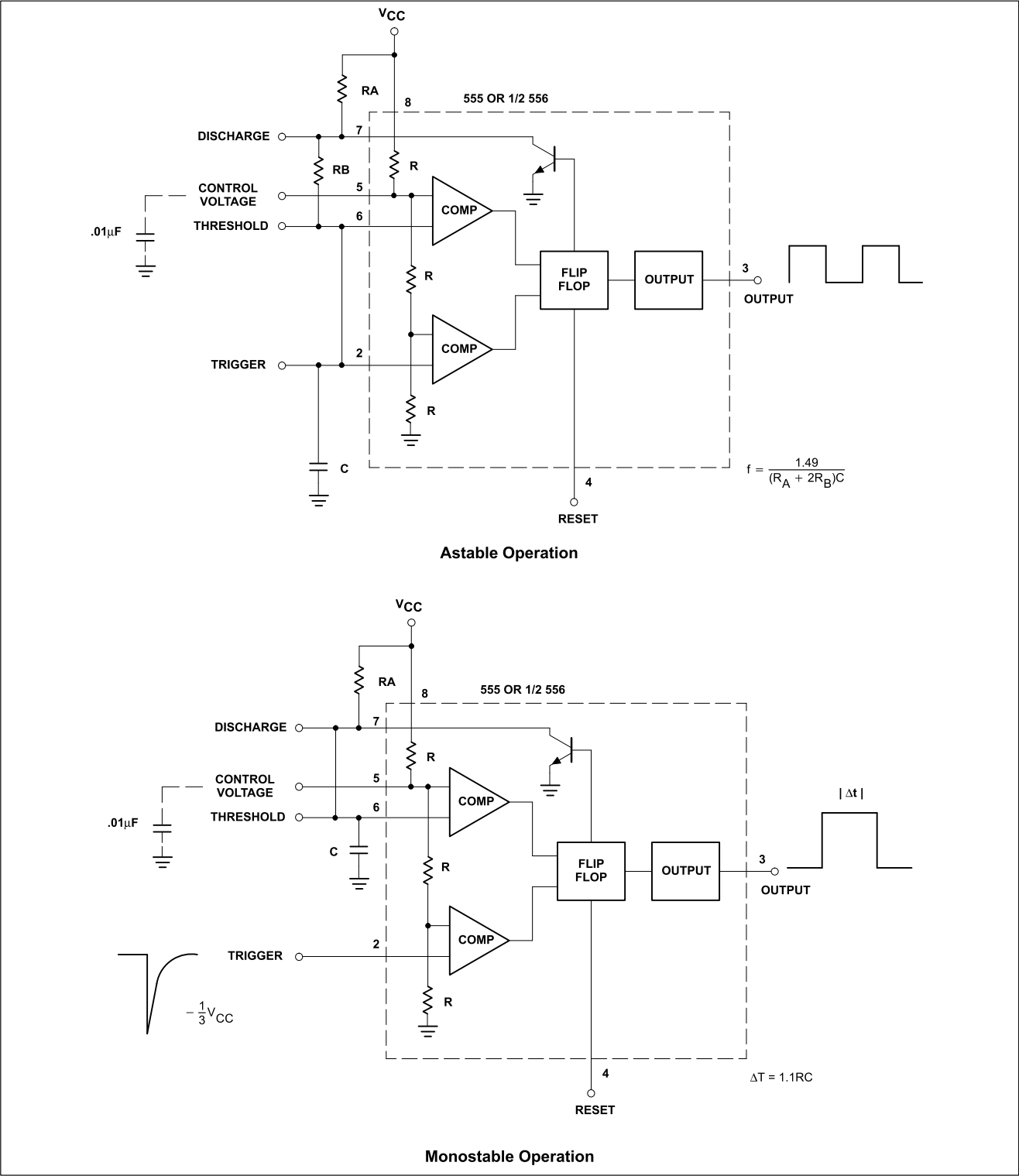
TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS



Timer

NE/SA/SE555/SE555C

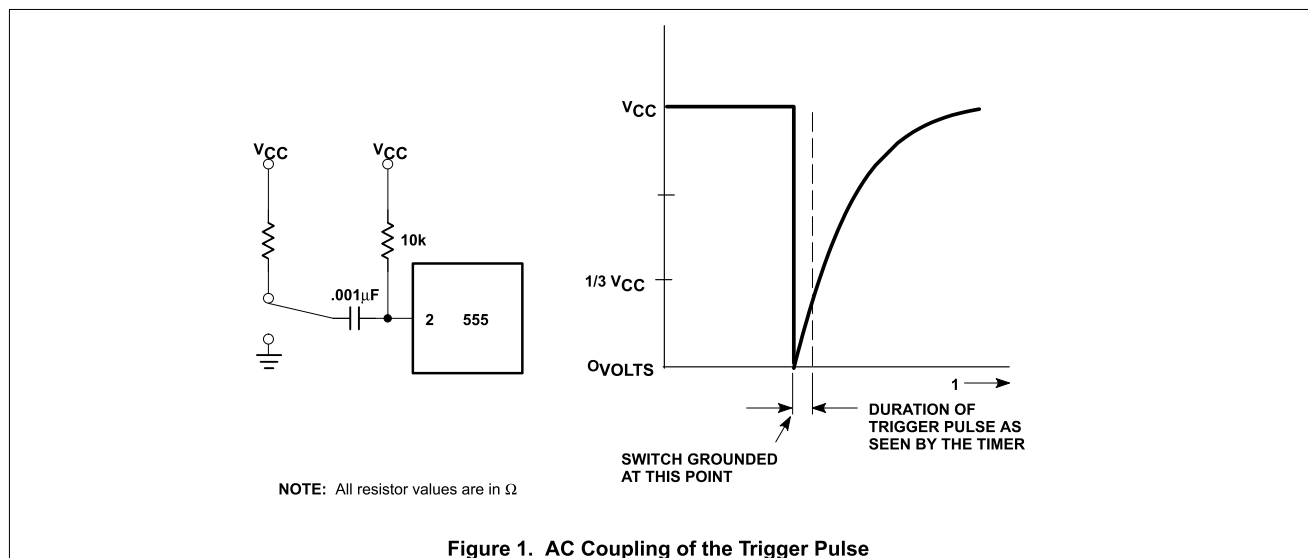
TYPICAL APPLICATIONS



## Timer

## NE/SA/SE555/SE555C

## TYPICAL APPLICATIONS



### Trigger Pulse Width Requirements and Time Delays

Due to the nature of the trigger circuitry, the timer will trigger on the negative going edge of the input pulse. For the device to time out properly, it is necessary that the trigger voltage level be returned to some voltage greater than one third of the supply before the time out period. This can be achieved by making either the trigger pulse sufficiently short or by AC coupling into the trigger. By AC coupling the trigger, see Figure 1, a short negative going pulse is achieved when the trigger signal goes to ground. AC coupling is most frequently used in conjunction with a switch or a signal that goes to ground which initiates the timing cycle. Should the trigger be held low, without AC coupling, for a longer duration than the timing cycle the output will remain in a high state for the duration of the low trigger signal, without regard to the threshold comparator state. This is due to the predominance of  $Q_{15}$  on the base of  $Q_{16}$ , controlling the state of the bi-stable flip-flop. When the trigger signal then returns to a high level, the output will fall immediately. Thus, the output signal will follow the trigger signal in this case.

Another consideration is the "turn-off time". This is the measurement of the amount of time required after the threshold reaches  $2/3 V_{CC}$  to turn the output low. To explain further,  $Q_1$  at the threshold input turns on after reaching  $2/3 V_{CC}$ , which then turns on  $Q_5$ , which turns on  $Q_6$ . Current from  $Q_6$  turns on  $Q_{16}$  which turns  $Q_{17}$  off. This allows current from  $Q_{19}$  to turn on  $Q_{20}$  and  $Q_{24}$  to give an output low. These steps cause the  $2\mu s$  max. delay as stated in the data sheet.

Also, a delay comparable to the turn-off time is the trigger release time. When the trigger is low,  $Q_{10}$  is on and turns on  $Q_{11}$  which turns on  $Q_{15}$ .  $Q_{15}$  turns off  $Q_{16}$  and allows  $Q_{17}$  to turn on. This turns off current to  $Q_{20}$  and  $Q_{24}$ , which results in output high. When the trigger is released,  $Q_{10}$  and  $Q_{11}$  shut off,  $Q_{15}$  turns off,  $Q_{16}$  turns on and the circuit then follows the same path and time delay explained as "turn off time". This trigger release time is very important in designing the trigger pulse width so as not to interfere with the output signal as explained previously.